

CA1

IST

-2012

B23

Aerospace Review

Published by the Government of Canada

v.2

Volume 2

Reaching Higher:
**Canada's Interests
and Future
in SPACE**

November 2012

www.aerospacereview.ca



Cover satellite image:

©MacDonald, Dettwiler and Associates Ltd. (MDA)

For additional copies of this publication, please contact:

Publishing and Depository Services
Public Works and Government Services Canada
Ottawa ON K1A 0S5

Telephone (toll-free): 1-800-635-7943 (Canada and U.S.)

Telephone (local): 613-941-5995

TTY: 1-800-465-7735

Fax (toll-free): 1-800-565-7757 (Canada and U.S.)

Fax (local): 613-954-5779

Email: publications@pwgsc-tpsgc.gc.ca

Website: publications.gc.ca

This publication is available upon request in accessible formats (Braille and large print). Contact:

Multimedia Services
Communications and Marketing Branch
Industry Canada
Email: multimedia.production@ic.gc.ca

This publication is also available online at aerospacereview.ca

Permission to Reproduce

Except as otherwise specifically noted, the information in this publication may be reproduced, in part or in whole and by any means, without charge or further permission from Industry Canada, provided that due diligence is exercised in ensuring the accuracy of the information reproduced; that Industry Canada is identified as the source institution; and that the reproduction is not represented as an official version of the information reproduced, nor as having been made in affiliation with, or with the endorsement of, Industry Canada.

For permission to reproduce the information in this publication for commercial redistribution, please email copyright.droitdauteur@pwgsc-tpsgc.gc.ca

Cat. No. Iu44-90/2012

ISBN 978-1-100-54434-2



Printed on recycled paper:

Cover: 10%

Inside pages: 10%

Aerospace Review


Mandated by the Government of Canada

Volume 2

Reaching Higher:
Canada's Interests
and **Future**
in **SPACE**

November 2012

www.aerospacereview.ca



Digitized by the Internet Archive
in 2022 with funding from
University of Toronto

<https://archive.org/details/31761117647677>

The Honourable Christian Paradis
Minister of Industry

Dear Minister,

I am pleased to submit *Reaching Higher: Canada's Interests and Future in Space*, volume 2 of my report pursuant to the mandate given to me as Head of the Review of Aerospace and Space Programs and Policies. Volume 1, entitled *Beyond the Horizon: Canada's Interests and Future in Aerospace*, focuses on the aerospace sector.

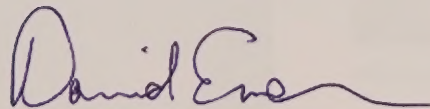
The over-arching objective of this volume is to outline the foundations for a Canadian Space Program that helps unlock the country's wealth, improves delivery of public services, supports environmental sustainability, and protects public safety. Canada was one of the first nations in space, and over the coming decades our prosperity and security will depend more than ever on designing, building, and operating an optimal mix of space assets and services.

I have aimed to produce a report that is evidence-based, grounded in a long-term perspective on global and industry trends, innovative, and practical. The report summarizes the Review's findings and sets out broad policy directions. Many of the details underlying its analysis and recommendations can be found in working group reports, research reports, and submissions posted on the Review's website:

aerospacereview.ca.

It has been an honour to serve as Review Head. I hope the advice contained in these volumes will prove helpful to the government, and thank you for the opportunity to lead the Review.

Yours sincerely,

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "David Emerson", with a stylized, flowing script.

David Emerson

Aerospace Review Head



David Emerson

Advisory Council Members



Sandra Pupatello



Jacques Roy



Jim Quick

Acknowledgements

A policy development process like the Aerospace Review requires the involvement of a large number of experts and stakeholders. The approach of the Review has been to operate to a high level of transparency, independence, and engagement with interested parties while respecting the Review's clear mandate and timelines. As a result, many were called upon to provide input and support on short notice.

I am very grateful to everyone who answered that call in so exemplary a manner.

Let me begin by expressing my appreciation to the members of my Advisory Council: Sandra Pupatello, Jim Quick, and Jacques Roy. Their professionalism, positive attitude, and wise counsel made our meetings, consultations, and deliberations both productive and enjoyable. Much of what is said in this report reflects their insights and advice.

I would also like to thank the many representatives of the aerospace and space industries, research and academic communities, unions, and provincial governments who chaired or participated in working groups, attended roundtables, hosted my colleagues and me on site visits, met with us bilaterally, and sent in written submissions. I know that for all of you, these activities came on top of your day jobs, and I am grateful for your willingness to contribute your time and expertise.

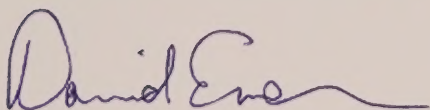
Special mention must be made of the Aerospace Industries Association of Canada. The Association's board and staff were instrumental in informing aerospace and space companies about the Review and helping to organize the industry-led, multi-stakeholder working groups whose discussions and recommendations have been so important to the Review.

I am appreciative of the willingness of business people, researchers, and government officials in other countries to meet with my colleagues and me during fact-finding trips abroad, and to speak frankly about their own plans and challenges.

The Review also benefited tremendously from information and ideas offered by Canadian public servants from a wide range of departments and agencies in the context of briefing sessions, working groups, and site visits.

Finally, my thanks to the Aerospace Review Secretariat under the leadership of Scott Streiner. The Secretariat provided outstanding support and advice over the intense 11-month period from the initial preparations for the Review to the release of this report. Producing a public policy product covering such a wide range of issues and points of view, and doing so on time and on budget, has been a remarkable achievement.

Having identified many of those whose contributions made the Review possible, let me conclude by emphasizing that I take full responsibility for the findings and recommendations in both volumes of the report.



David Emerson

Contents

Note on data sources	viii
Executive summary	1
Part 1 – Review mandate and process	3
Part 2 – Context	7
Chapter 2.1 – Why space?	7
Chapter 2.2 – Canada in space	11
Chapter 2.3 – Global trends	17
Chapter 2.4 – Opportunities and challenges	23
Part 3 – Analysis and recommendations	27
Chapter 3.1 – Establishing clear priorities and plans	29
Chapter 3.2 – Conducting procurements	37
Chapter 3.3 – Fostering technological and commercial capacity	41
Chapter 3.4 – Next steps for the Canadian Space Agency	45
Part 4 – Conclusion	47
Appendix A – List of research reports	48
Appendix B – List of submissions	49

List of figures

Figure 1: Typical altitudes of space assets and aircraft.	7
Figure 2: Canadian space revenues by sub-sector – 2010	15
Figure 3: Revenues of the Canadian space sector – 2001 to 2010.	15
Figure 4: Share of world GDP – 2000 to 2020	17
Figure 5: World energy consumption – 1990 to 2035	18
Figure 6: Global revenues of the satellite industry – 2001 to 2011	19
Figure 7: Number of countries with satellites (launched independently or via a third party) – 1957 to 2009	20
Figure 8: Status of man-made objects in orbit – 2012	24
Figure 9: Civilian satellites to be launched, by sub-sector – 2011 to 2020	26
Figure 10: Space budgets of selected OECD and non-OECD countries as a share of GDP – 2009	30
Figure 11: Core budget of the Canadian Space Agency – 2001-02 to 2012-13	35

Note on data sources

Data in this volume come from multiple sources, including the Canadian Space Agency, Statistics Canada, Industry Canada, the Aerospace Industries Association of Canada, the Organisation for Economic Co-operation and Development, and reports by various space companies and by consulting firms such as Euroconsult.

Unless otherwise indicated, figures in this volume apply exclusively to the space sector as defined on page 3, while figures in the companion volume apply exclusively to the aerospace sector.



Executive summary

Canada has been in space for 50 of the 55 years humans have been there. Ours was the third country to have a domestically built satellite in space, the first to have its own domestic communications satellite, the first to develop a direct broadcast satellite, and – as all Canadians familiar with the maple leaf on the bicep of the Canadarm will know – a pioneer in space robotics.

Space is becoming ever more essential to modern economies and national security. The digital information revolution that is remaking contemporary societies – bringing into being new means of knowledge production, mobile access to global pools of information and entertainment, and new relations between public authorities and populations – is possible in part because of space-based assets and applications. Satellites are playing growing roles in fields as diverse as precision agriculture, resource extraction, meteorology and climatology, environmental monitoring, the delivery of education and health services, emergency response, border surveillance, the operation of civil and military drones, and the rapid deployment of armed forces. And it is not just big, expensive satellites that are providing such capabilities: smaller, cheaper satellites are becoming increasingly sophisticated, offering public and private sector customers a wider range of options when they buy and use space assets.

For all these reasons, dozens of countries have committed themselves to joining established space-faring nations in placing and operating assets in orbit, while a growing number of investors have taken an interest in commercial space ventures, from satellite launch and on-orbit refuelling services to space tourism and space mining.

Canada – with its vast geography, dispersed population, isolated communities, long coastlines, rich endowment of natural resources, and northern location – has a particular need for space assets and applications. The right mix of satellites and associated ground infrastructure, for example, will be indispensable if the country is to accelerate wealth creation, protect the environment, and assert its sovereignty as the North opens.

Historically, space-related activity has largely been led by governments. Motivated partly by prestige, partly by curiosity, and partly by the desire to support provision of public services, governments have borne much of the cost and risk of space exploration and activity. Where market economies exist, governments have done so in partnership with companies that have received contracts to design and manufacture space assets for public as well as private use. In Canada, the result has been the creation of a \$3.4 billion space industry that employs 8,000 workers across the country, derives 80 per cent of its revenue from satellite communications, and generates half of its revenue from sales abroad, making it one of the most export-oriented space sectors in the world.

By virtue of niche strengths in areas like satellite communications, Earth observation, and space robotics – along with strong global networks and a positive reputation – the Canadian industry is well-positioned to take advantage of emerging opportunities, succeed commercially, and contribute to the public good.

But business as usual will not be good enough. Advancing the national interest through space-based activity and fostering a competitive Canadian space industry will require resolve, clear priorities that are set at the highest levels, and effective plans and programs to translate these priorities into practice. If the Canadian effort in space has been hampered over the past decade, it is partly because there has not been sufficient clarity of purpose, lines of authority among public agencies have been blurred, and processes for procuring space assets and services have failed to adapt to new global realities and the commercial capacity of space firms. In a sector whose undertakings are innovation-dependent, long term, expensive, and complex, it is critical to have concrete goals, predictable funding, and orderly implementation.

Many of the recommendations made in the companion volume on aerospace apply to the space sector as well, from including aerospace and space as priorities in the government's Science and Technology Strategy, to reviewing export and domestic control regimes to ensure that they are not unnecessarily restrictive, to encouraging youth to consider aerospace- and space-related studies and careers.

This volume focuses on policy and program improvements specific to the space sector. It recommends that:

1. The government explicitly recognize the importance of space technologies and capacity to national security, economic prosperity, and sustainable growth, and that the Minister of Industry bring 10-year, 5-year, and annual government-wide priorities for the Canadian Space Program to the Cabinet Committee on Priorities and Planning, which is chaired by the Prime Minister, for discussion and approval each spring.
2. The government establish a Canadian Space Advisory Council, reporting to the Minister of Industry, with membership from industry, the research and academic communities, provinces and territories, and federal departments and agencies.
3. A deputy minister-level Space Program Management Board be created to coordinate federal space activities, project-specific arrangements be put in place to ensure disciplined project management, and all agencies and departments with a role in the Canadian Space Program be required to report on how they are implementing priorities set out by Cabinet.
4. The Canadian Space Agency's core funding be stabilized, in real dollar terms, for a 10-year period; major space projects and initiatives be funded from multiple sources, both within and beyond the federal government; and increased international cooperation be pursued as a way of sharing the costs and rewards of major space projects and initiatives.
5. The scope of space projects, project timelines, and performance requirements be finalized as early as possible in the project definition phase.
6. Space asset and service procurement processes be competitive in nature and proposals be assessed on the basis of their price, responsiveness to scoped requirements, and industrial and technological value for the Canadian space sector.
7. Total funding for the Canadian Space Agency's technology development programs be raised by \$10 million per year for each of the next three years, and that it be maintained at that level.
8. Where costs are modest and there is no risk to public safety, the government create conditions conducive to the expansion of space-related commercial activity.

Space has been important to Canada over the last half century, but not nearly as important as it will be over the next half century. Simply put, it will be an essential tool of nationhood for a country that aspires to provide long-term prosperity and security to its people, protect its natural environment, and discharge its international responsibilities.

The question is not whether Canada should be in space, but how public policies and programs can ensure that its presence there, and related activities on the ground, best serve the public interest and help the space sector thrive. Fundamental to reaching these objectives is a Canadian Space Program characterized by considered and explicit priorities that are implemented through sound governance, solid management plans, modern procurement practices, and greater emphasis on technological and commercial development. Although increased investment in space infrastructure and services may eventually be required, all the elements described above can be achieved in a fiscally neutral way. There is no reason for equivocation or delay.



Review mandate and process

Space-based assets are strategic infrastructure essential to the functioning of modern economies and societies. They have made possible a global communication revolution, new ways of monitoring the Earth's surface and atmosphere, the command and control of transportation systems and military hardware, and a more profound understanding of our place in the universe.

A particular feature of progress in space has been the pervasive presence of government. In part, this has stemmed from the near inseparability of space from national security and geopolitical influence. But it also reflects the reality that space is a "long game" with significant risks and the need for patient money.

That reality is changing, as technologies advance and more and more private companies capitalize on space-related opportunities. But the gradual shift in the public-private balance in space does not affect one incontrovertible truth: space will be vital to securing Canada's national interests into and beyond the middle of the century. If Canada is to remain among the global leaders in space, business as usual won't be enough. Today, as dozens of countries scramble to join established space-faring nations in sending and operating assets high above the surface of the Earth, Canada needs a "reset" to define clearly what it wants and needs to do in space in the decades ahead.

The structure of the space industry

The space industry is composed of three main segments:

- *the space segment encompasses the design, manufacturing, and deployment of hardware into space (e.g., satellites and spacecraft);*
- *the ground segment includes the design, construction, and operation of equipment and facilities on the ground used to operate the hardware in space and receive its data transmissions; and*
- *the downstream applications and services segment uses the data generated by the equipment in space to provide a number of services, such as Global Positioning System data and mapping images.*

The burgeoning global interest in space arises from a simple but compelling calculus: designing, manufacturing, and controlling satellites and participating in space exploration and science missions make nations richer, safer, smarter, and better-respected. These activities fire the imagination, instil pride, save lives, and enhance quality of life in countless, sometimes invisible, ways.

Canada's natural endowment of geography, resources, and northern location gives rise to powerful reasons to get it right when it comes to space. Our economic prosperity, our national security, and the management of our environment depend fundamentally on how space priorities are shaped and executed in pursuit of practical outcomes.

Against this backdrop, the government announced that it would initiate “a comprehensive review of all policies and programs related to the aerospace/space industry to develop a federal policy framework to maximize the competitiveness of this export-oriented sector and the resulting benefits to Canadians.”¹

The Aerospace Review was formally announced on February 27, 2012. David Emerson was appointed Review Head, and was joined by a three-person Advisory Council comprising Sandra Pupatello, Jim Quick, and Jacques Roy.

From the outset, a commitment was made to a review that would be independent, evidence-based, grounded in a long-term perspective on global and industry trends, open to innovative but practical approaches and solutions, and aimed at producing concrete, fiscally neutral recommendations. This volume provides the Review’s findings and advice with respect to the space sector; a companion volume covers the aerospace sector.

In conducting its research and analysis, the Review relied on four sources of information and advice.

First, working in close consultation with the Aerospace Industries Association of Canada, it established industry-led working groups in the following areas:

- technology development, demonstration, and commercialization;
- market access and market development;
- aerospace-related public procurement;
- small business and supply chain development;²
- people and skills; and
- space.

The working groups brought together representatives of industry, academic and research institutions, and unions, as well as federal government officials participating as observers. The working groups were given specific mandates, including questions for consideration, and each held a series of discussions that led to the preparation of reports with findings and advice to the Review Head. While working group chairs and vice-chairs were not obligated to achieve consensus, they were encouraged to strive for the widest possible agreement among participants and to ground their counsel in sound evidence and analysis.

Second, the Review Head and Advisory Council members conducted a series of roundtables, meetings, and site visits in Canada and major aerospace nations. Domestic meetings were aimed primarily at understanding the state of the Canadian industry and its views on which policies and programs have been working well or falling short. International meetings were aimed at learning about best practices in other countries with vibrant aerospace and space sectors, and assessing both emerging competitive challenges and opportunities for increased collaboration and market success.

Travelling mainly as a group, the Review Head and Advisory Council members visited Montreal, Toronto, Winnipeg, Vancouver, and Halifax. Travelling for the most part individually, they visited the United States, the United Kingdom, France, Germany, China, Japan, Russia, and Brazil.

1 Government of Canada, *Budget 2011: The Next Phase of Canada’s Economic Action Plan*, (Ottawa: Public Works and Government Services Canada), 2011. budget.gc.ca/2011/home-accueil-eng.html

2 This working group ultimately submitted two separate reports: one on small businesses and one on supply chain development.

Third, the Review commissioned 16 studies from independent experts (see Appendix A) on a range of topics, including the impact of global trends on Canada's space and aerospace sectors; export control regimes in Canada and abroad; a comparison of the structure and budgets of space programs in Canada and other major space-faring nations; and the potential role of space assets in advancing Canada's Northern Strategy.

Finally, the Review invited written submissions (see Appendix B) from interested parties through its website, ultimately receiving some 25 documents from a variety of organizations, companies, academics, and private citizens.

Most of the material and analysis generated through these four streams of information and advice are available through the Review's website (aerospacereview.ca) and, it is hoped, will continue to serve for some time as an important source of information and ideas for those interested in the shape and future of the aerospace and space sectors.

Drawing on all four streams, the Review examined current conditions and long-term trends and considered the roles and perspectives of all players.

The Review's analysis was guided in part by the principle that in a market economy, industry has the primary responsibility for its own fate and the role of government must be carefully delimited. In the space sector, this principle has been tested because government has historically been the dominant sponsor and consumer of space assets and applications. Going forward, fiscal constraints, advancing technologies, and the ingenuity of the private sector will inevitably lead to a more balanced and diverse range of activities and actors in space.

The role of government in supporting Canadian industry is concentrated in a number of key areas:

- Supporting research and development (R&D) that might take years to produce marketable results but has the potential to generate substantial benefit to the public good, in part through risk sharing.
- Improving the functioning of markets and business performance by facilitating communication between firms whose needs and capacities may be complementary, and between industry and academic and research institutions.
- Making procurement decisions that strengthen domestic industries, and therefore the national economy, while respecting international trade rules and acquiring the best product for a reasonable cost.
- Protecting the public – and the industry – by ensuring that Canadian products are safe and that sensitive technologies do not fall into the hands of hostile states or interests.
- Improving labour market efficiency by supporting vibrant academic institutions that understand the needs of industry and by facilitating recruitment of talent from abroad where serious domestic skills shortages exist.
- Levelling the global playing field for Canadian companies by negotiating equitable rules of the game, ensuring that these rules are respected in practice, and providing companies with information about foreign markets.
- Providing financing to support the purchase of Canadian products, as long as the terms of such financing produce a benefit to taxpayers and the economy, and fall within the bounds of international agreements.

Though the role of government must have clear limits, there has been historical recognition in Canada that space-related public investments are essential for the achievement of fundamental imperatives of nationhood, including guarding the country's borders and coastlines, raising its global standing, linking together and serving a small population spread across a huge land mass, spurring economic growth, protecting the environment, advancing the development of new technologies, and pushing the boundaries of knowledge.

Those imperatives will become more relevant than ever in the coming decades – and will severely test any constraint of “fiscal neutrality.” While success over the next few years does not require a huge infusion of additional public resources, we are approaching a time when unlocking Canada’s full potential will require major investments in space infrastructure.

For now, clarity of purpose and concrete action plans – supported by a robust governance and management framework, smart public procurements, and a focus on developing technological and commercial capacity – can go a long way toward keeping Canada among the global leaders in space.



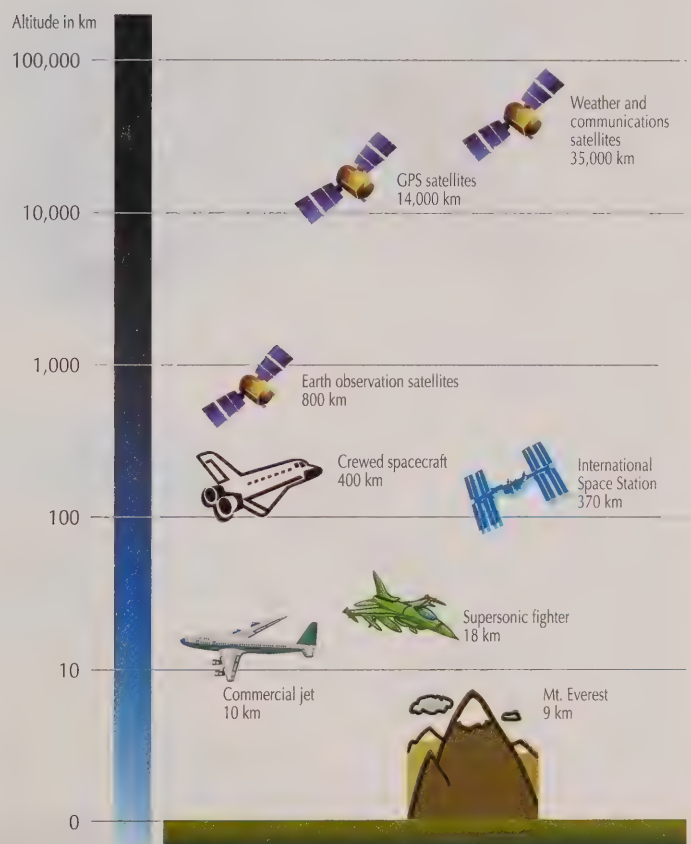
Context

Chapter 2.1 Why space?

In the popular imagination, “space” is most commonly associated with bold historical accomplishments and technological breakthroughs, from the Soviet success with Sputnik in 1957 to Neil Armstrong’s first step on the moon; from the construction of the International Space Station to the rover Curiosity analyzing the surface of Mars; from the Canadarm at work to the startling pictures of distant galaxies captured by the Hubble telescope. Space is indeed a theatre of exploration and discovery, but at the most practical level, it is simply a domain like air, land, and sea where we place equipment to deliver services that could not be efficiently provided in any other way.

Space is typically deemed to begin around 100 kilometres above the planet’s surface. By comparison, a commercial aircraft rarely flies higher than 12 kilometres.

Figure 1: Typical altitudes of space assets and aircraft



GPS = Global Positioning System

The things humans do in space fall into three categories.

The first is provision of public services using satellites and associated ground stations, which are usually purchased by governments, but may be largely designed, built, and operated by private companies. Satellites have become indispensable to modern nations. Although individual satellites can cost tens or hundreds of millions of dollars, they are the cheapest – and sometimes only – way of delivering a wide and ever-growing range of services. Among their many applications, they allow us to:

- track and predict the weather;
- find natural resources and monitor how they are extracted and harvested;
- monitor the effects of climate change;
- increase agricultural yields;
- respond quickly to natural disasters and other emergencies;
- communicate with, and provide education and health services to, isolated communities;
- identify hostile attempts to penetrate our coasts and borders; and
- operate drones and support military deployments around the globe.

The use of satellite imagery for disaster relief

Canada's RADARSAT-2 satellite can collect imagery despite darkness and inclement atmospheric conditions, which is particularly valuable in the event of earthquakes, floods, landslides, or other natural disasters. Imagery taken before and after a natural disaster can be compared to determine the areas that have been hit hardest, and find passable routes for aid workers and safe locations for medical facilities and shelters.

Following the January 12, 2010, earthquake in Haiti, imagery from the RADARSAT-2 satellite was used to assess the extent of the damage and direct relief efforts effectively. Canada provided the imagery pursuant to the International Charter on Space and Major Disasters, an international program that harnesses space data in support of disaster recovery and reconstruction efforts.

The first imagery covering the main stricken areas of Port-au-Prince, January 14, 2010.

Source: Satnews Daily, "MacDonald, Dettwiler and Associates – RADARSAT-2's contribution to Haitian imagery," January 21, 2010.



Port-au-Prince area of Haiti, 2010-01-14 10:47:56 UTC
RADARSAT-2 Ultra-Fine beam U77 (111)

1 2 km



Satellite applications

The Canada Centre for Remote Sensing (CCRS), along with federal and provincial regulators and the Canadian Space Agency, is developing a new technology using imagery from RADARSAT-2 to monitor land deformation caused by underground mining of Canada's oil sands, which can endanger workers and damage operating facilities. The CCRS technology will enable oil sand developers to identify problem areas and take measures to prevent accidents.

The CCRS is also developing an automated system for monitoring the environmental impacts of oil sand infrastructure development using multi-sensor, fine-resolution satellite imagery. This technology will allow for better assessment of impacts on the environment, and, in turn, ensure that regulations to control adverse effects are well-designed.

Farther north, the Canadian Ice Service at Environment Canada analyzes more than 7,000 RADARSAT-1 images per year to ensure navigation in ice-covered waters is safe, efficient, and sustainable. The use of satellite imaging resulted in cost savings of about \$7.7 million annually in the first five years, through the elimination of extensive aircraft reconnaissance. RADARSAT-1 monitoring is unaffected by weather conditions and provides observations over a wider geographical area than was possible with aircraft. The newer RADARSAT-2 satellite allows for even finer discrimination of ice features.

The second category is the use of satellites and ground stations to provide services for which there is a commercial market, such as the delivery of telecommunications, information, and entertainment, and the collection of raw data that are then processed into popular applications such as Google Earth and the Global Positioning System (GPS). With respect to such business activity, the role of governments relates mainly to regulatory oversight and securing orbital slots for private companies' satellites.

The third category of space activity is space exploration and science, which focuses primarily on satisfying our thirst and need for fundamental knowledge. The inspiring feats of astronauts, missions to the moon and other planets, space labs, and deep-space telescopes expand our understanding of the universe and our place in it. They are wellsprings of national pride and prestige, and generate technological and economic spinoffs. Such activities are almost always government-funded and, given their scale and complexity, usually carried out through international cooperation.

Space technologies at work on Earth

Canada's investment in space technologies, such as the Canadarm, has yielded technological advancements in other sectors, notably health and mining.

The *neuroArm*, a direct spinoff from the Canadarm technologies, has revolutionized neurosurgery and other branches of operative medicine by liberating them from the constraints of the human hand and the operating environment. The *neuroArm* was developed in a partnership between the University of Calgary, the National Research Council, and MacDonald, Dettwiler and Associates (MDA). More than 50 neurosurgeries have been successfully performed with this technology since 2008 and a commercial version is being developed for international sales. Similar technologies are under way for breast cancer detection and treatment, as well as paediatric care.

Using space-based technologies, workers in the mining industry can now remotely operate heavy equipment above and below ground, and use robotics to prepare mines for drilling or blasting in dangerous areas with unstable rock. Penguin Automated Systems of Sudbury, for example, developed robotic vehicles to survey Xstrata Nickel's Montcalm Mine, which closed in March 2009 after a major ground collapse. Equipped with robotic arms derived from Canadarm technologies, these vehicles allowed Xstrata to survey the mine and determine whether operations could safely resume. In a further application, mining robots developed by Penguin were used to aid in excavation efforts following the Elliot Lake mall collapse in Ontario in June 2012.

Sources: MDA; Penguin Automated Systems; Sudbury Mining Solutions Journal, "Penguin ASI robots assess Montcalm instability," December 1, 2010; Northern Ontario Business, "Sudbury-born mine tech assists in Elliot Lake mall excavation," July 17, 2012.



The significance of space will only increase as technological advances expand the number of space-based applications and reduce costs. Space activities have become critical for developing strong economies, weaving the fabric of societies, and protecting national security and sovereignty. That is why so many countries are endeavouring to secure a position in space. Canada was a pioneer in this regard, quick to recognize the potential and value of space for its national interest.

"Today, space applications and services are largely taken for granted. But virtually every aspect of modern life in Canada is dependent on space – from printing your morning newspaper to gas pump transactions, from television entertainment and hand-held mobile devices to the inner-most workings of our financial system and the electricity grid. Space is now so interwoven with Canada's economic life-blood that its fundamental contribution to our national infrastructure is often forgotten. It is estimated that space-based applications touch the lives of every Canadian 20-30 times per day every day."

Final Report of the Space Working Group, September 2012.

Chapter 2.2

Canada in space

Humanity has been reaching into space for 55 years, since Sputnik first circled the globe. Canada has been there for 50. With the launch of the Alouette-I satellite on September 29, 1962, Canada became the third nation to have a domestically built satellite in space. While the United States and Soviet Union pursued a space race fuelled by geopolitical rivalry, Canada was motivated by the astute insight that satellites could play a critical role in linking together and developing a vast and sparsely populated country.

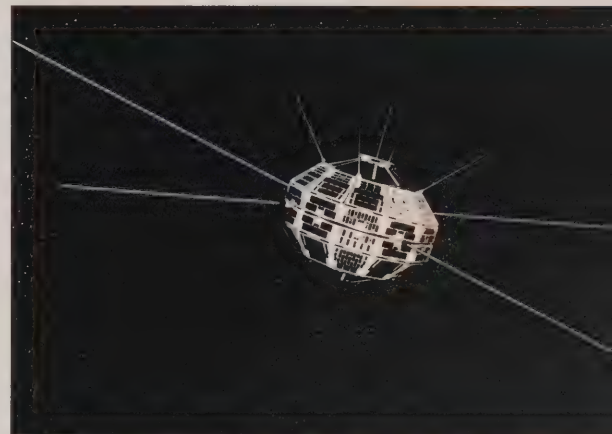
That insight is more relevant than ever.

As Alouette-I began to orbit the Earth, Prime Minister John Diefenbaker praised the scientific achievement of the engineers and workers who had designed and built the satellite, emphasized the peaceful and practical uses to which Alouette would be put, and underscored the cross-border collaboration – with the United States providing launch services for the Canadian asset – that had allowed the project to succeed. These elements – scientific progress, practical applications, and international cooperation – have remained building blocks of Canada's space program ever since.

Alouette-I was designed to gather information and perform research for improving communications between northern and southern Canada. It was followed by successors Alouette-II in 1965, ISIS I in 1969, and ISIS II in 1971. These satellites paved the way for the launch of Anik A1 in 1972, which made Canada the first country to have a domestic satellite communications system, and Hermes in 1976. Hermes was the most powerful communications satellite in existence at the time, and was the first to beam television signals directly to homes equipped with small antennae, provide emergency medical services in remote areas through telemedicine, and facilitate teleconferencing. Hermes' impact on communications in Canada's North was especially significant, as it gave citizens there the same access to telephone and television as that enjoyed by their counterparts in the rest of Canada.

Alongside communications, Earth observation was an early focus for Canada's efforts in space. Canada's first activity in this area was provision of a receiving and processing ground station for the early versions of the U.S. Landsat satellites, which allowed Canadian industry to become leaders in satellite data processing and applications development. Later, Canada developed radar-based Earth observation technology tailored to its specific needs – observing and monitoring vast landscapes and ice-laden waterways during long, dark, and cloudy northern winters – leading to the launch of RADARSAT-1 in 1995 and RADARSAT-2 in 2007. These radar satellites are among the most sophisticated in the world and provide detailed ground images day or night, under any weather conditions.

Alouette-I



Launched on September 29, 1962, the Alouette-I scientific satellite marked Canada's entry into the space age.

Source: Canadian Space Agency.

Canada's collaboration with the United States on space ventures deepened over the years. In the 1960s, Canada's Héroux Inc. produced the landing gear for the Apollo program's lunar modules. And in the 1970s, the National Research Council (NRC) in partnership with Spar Aerospace (later purchased by MacDonald, Dettwiler and Associates) designed and manufactured the iconic Canadarm, a robotic manipulator that eventually equipped all American space shuttles and led to Canada's robotic contributions to the International Space Station: the Canadarm2 in 2001 and the servicing space manipulator, Dextre, in 2008.

On the science and research front, Canada launched the small satellites SCISAT and MOST in 2003, the former to monitor the thinning of the ozone layer and the latter to provide astronomical observations. Canadian firms – especially COM DEV – have also provided scientific instrumentation for American, Japanese, Swedish, and European satellites.



The Government of Canada and the National Aeronautics and Space Administration jointly won an Emmy Award in 1987 for their role in developing the Ku band satellite technology through the Hermes program.

Communications Minister at the time, Flora MacDonald, accepted the Award, describing the Hermes satellite as "one of the most important milestones in Canadian space history."

Source: Communications Research Centre Canada.

Canada's participation in the International Space Station

Along with the United States, Russia, Europe, and Japan, Canada is a partner in the International Space Station (ISS), a unique, orbiting research laboratory. Canada's investment in the ISS provides Canadian scientists with access to the ISS to conduct research for the benefit of Canadians.

Since the first module of the ISS was launched in 1998, the ISS has circled the globe 16 times per day at 28,000 km/h at an altitude of about 370 km, covering a distance equivalent to the moon and back daily. The ISS is as long as a football field, and has as much living space as a five-bedroom house.

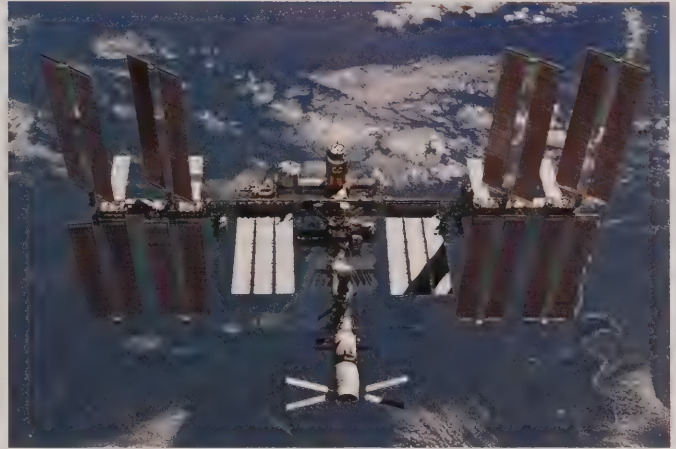
The Mobile Servicing System (MSS) – a sophisticated robotics suite that assembled the ISS in space, module by module – is a critical aspect of Canada's contribution to the ISS. Developed for the Canadian Space Agency by MacDonald, Dettwiler and Associates in Brampton, Ontario, the MSS comprises the following:

- *Canadarm2, a 17-metre-long robotic arm, which has played a crucial role in the assembly and maintenance of the ISS;*
- *Dextre, the ISS's two-armed robotic "handyman," which astronauts and cosmonauts can use to manipulate delicate objects and remove or replace components of the ISS; and*
- *the Mobile Base, a moveable work platform and storage facility.*

Finally, Canada has sent astronauts into space more often than any country except the United States and Russia, in part in recognition of its important contribution to the space shuttle program and the International Space Station. Canadian astronaut Chris Hadfield, the first Canadian to walk in space, will also be the first Canadian commander of the International Space Station in late 2012.

Canada's public space program has always involved commercial expertise and collaboration. Early satellites were sponsored and designed by federal departments, but mostly assembled by private companies. The first telecommunications satellites were operated by a private-public partnership, Telesat Canada, which was fully privatized in 1993 and has since become a global leader in the provision of satellite communications services. The development of satellite data processing and applications to meet government mapping and surveying needs was led by the private sector, as was the later development of radar satellites. And, of course, the robotic systems that Canada contributed to the space shuttle and the International Space Station were arranged and funded by the government but designed and built by industry.

International Space Station



Source: Canadian Space Agency.

Symbolic importance of space to Canadians

An Ipsos-Reid survey, reported by the CBC in June 2008, found that the Canadarm was viewed as the top Canadian accomplishment of all time, ahead of universal health care, insulin, and the telephone.

By 2013, the Canadarm2 and Dextre will be featured on five-dollar bills, along with other themes emblematic of Canadian identity and achievement, such as innovation in medicine and the linking of the eastern and western frontiers by rail.

In January 2011, Canada Post issued a set of five stamps celebrating Canadian pride, including one depicting the Canadarm.

In April 2006, the Royal Canadian Mint issued a commemorative coin depicting the Canadarm and Canadian astronaut Colonel Chris Hadfield.



Canadarm2 and Dextre



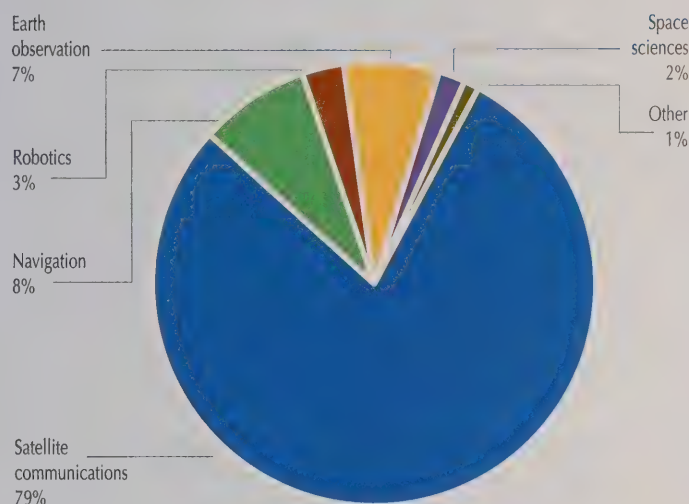
Canadarm2 (left) and Dextre (right), the Canadian robotic handyman, on December 26, 2010.

Source: National Aeronautics and Space Administration (NASA).

Canada's space program, then, has been a primary driver for the creation of a \$3.4 billion indigenous space industry that now employs some 8,000 workers across Canada. Eighty per cent of the industry's revenue comes from satellite communications services, and half from sales abroad – primarily to the United States and Europe – making Canada's space sector one of the most export-oriented in the world.

Figure 2: Canadian space revenues by sub-sector – 2010

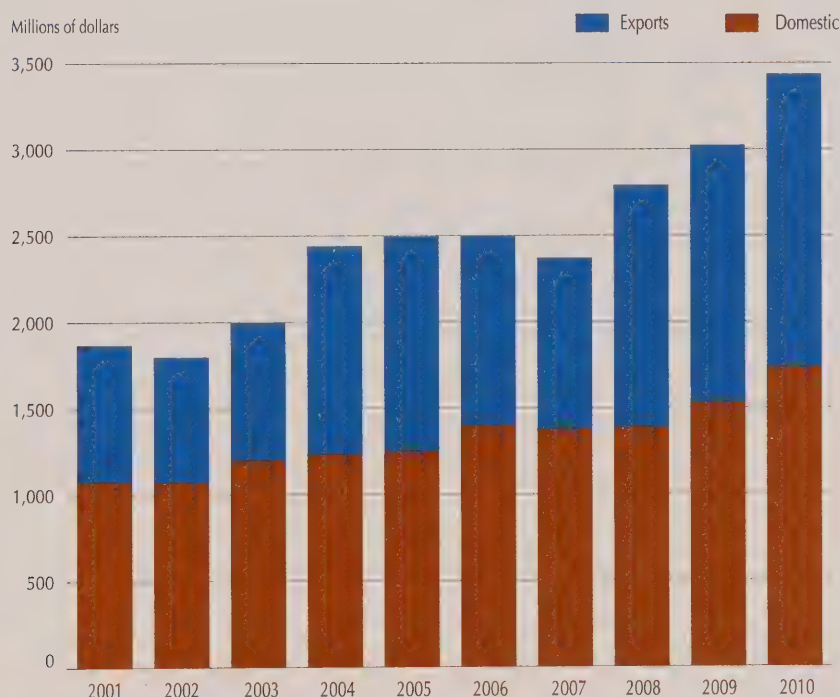
- Satellite communications services include voice, data, television, and radio telecommunications services.
- Global navigation satellite systems provide positioning, navigation guidance, and timing information to users with the appropriate receivers.
- Earth-observation satellites are used to monitor and protect the environment, manage natural resources, and ensure safety and security.
- Space robotics equipment is used to support manned and unmanned activities in space, such as terrain exploration and the retrieval, inspection, and repair of satellites.
- Canadian scientists and companies have been involved in a number of satellite missions that have space sciences objectives related to space weather, astronomy, and environmental science, advancing Canada's space technology capabilities.



Source: Canadian Space Agency, *State of the Canadian Space Sector 2010*.

Text adapted from: Hickling Arthurs Low, *The State of the Canadian Space Sector*, August 2012. Research report commissioned by the Aerospace Review.

Figure 3: Revenues of the Canadian space sector – 2001 to 2010



Source: Canadian Space Agency, *State of the Canadian Space Sector 2010*.

The Canadian space industry is highly concentrated, with the 10 largest firms accounting for almost 90 per cent of total revenues, relatively few mid-sized companies, and about 200 smaller players. A signature strength of the industry has been its ability to establish niche areas of global technological leadership, often by leveraging innovations developed through government programs.

Canada's space program is led by the Canadian Space Agency (CSA), which was established in 1989 with a legislated mandate "to promote the peaceful use and development of space, to advance the knowledge of space through science and to ensure that space science and technology provide social and economic benefits for Canadians."³ The CSA's annual budget in 2011-12 was \$425 million, of which approximately one-third was temporary funding related to Canada's Economic Action Plan and specific projects.

Government departments that are major users of space include National Defence, Environment, Natural Resources, Agriculture and Agri-Food, Fisheries and Oceans, and Aboriginal Affairs and Northern Development. The government also funds two public research institutions – the NRC, and Defence Research and Development Canada – whose mandates include space-related activities.

Finally, a number of academic institutions are involved in space research and education. These institutions help ensure that Canada is able to nurture the minds that will imagine, design, and manufacture the advanced technologies needed to meet the country's future needs in space.

This array of institutions and companies has been both a cause and effect of Canada's half-century of success in space, and gives the country a solid foundation for securing and strengthening its position at a time when space assets are becoming ever more important to our long-term prosperity and security. But at a time when the number of space-faring nations is expanding rapidly and competition is stiffer than ever, Canada's space-related policies and programs lack clarity, focus, and managerial rigour.

3 Canadian Space Agency Act, section 4. <http://laws-lois.justice.gc.ca/eng/acts/C-23.2/index.html>



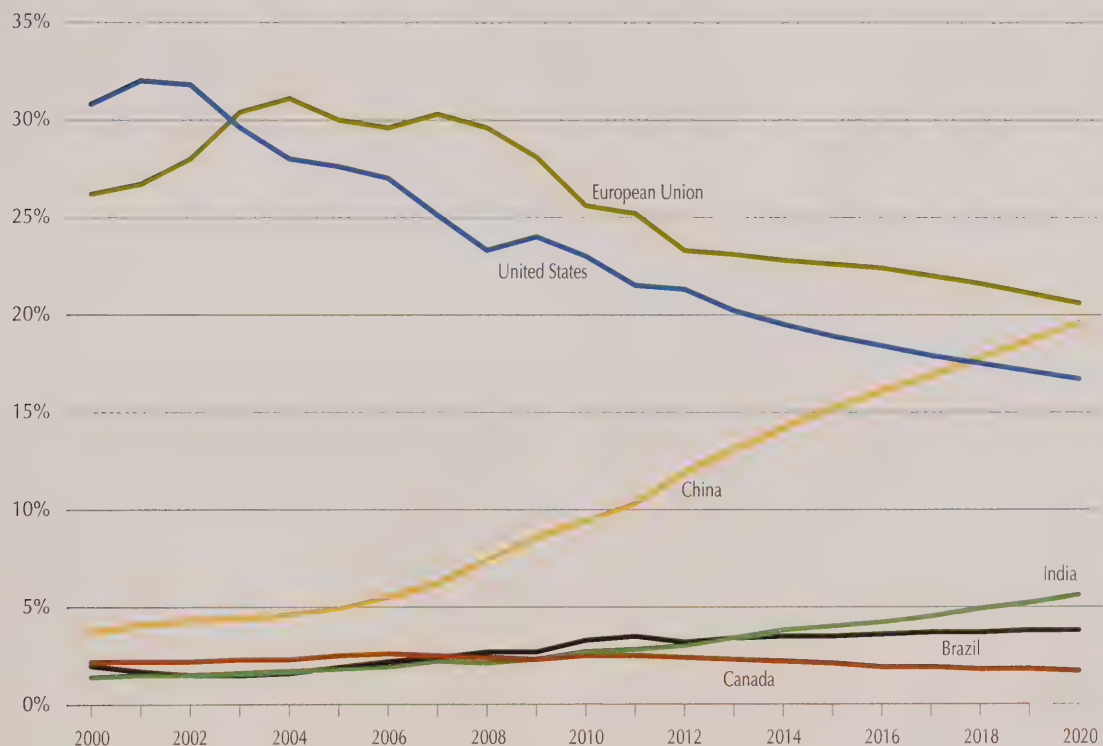
Chapter 2.3

Global trends

The space sector, like the aerospace sector, is profoundly affected by the following changes in global conditions:

- *Global rebalancing.* We are witnessing a rapid rise in the economic and geopolitical power of regions and countries other than those that dominated during the second half of the 20th century. North America, Europe, and Japan are being joined by China, Russia, Brazil, India, and other rising powers across Asia, the Middle East, Latin America, and Africa. Many of these countries are populous, geographically large, geopolitically ambitious, and willing to use state power and resources to build sectors considered to have strategic importance.

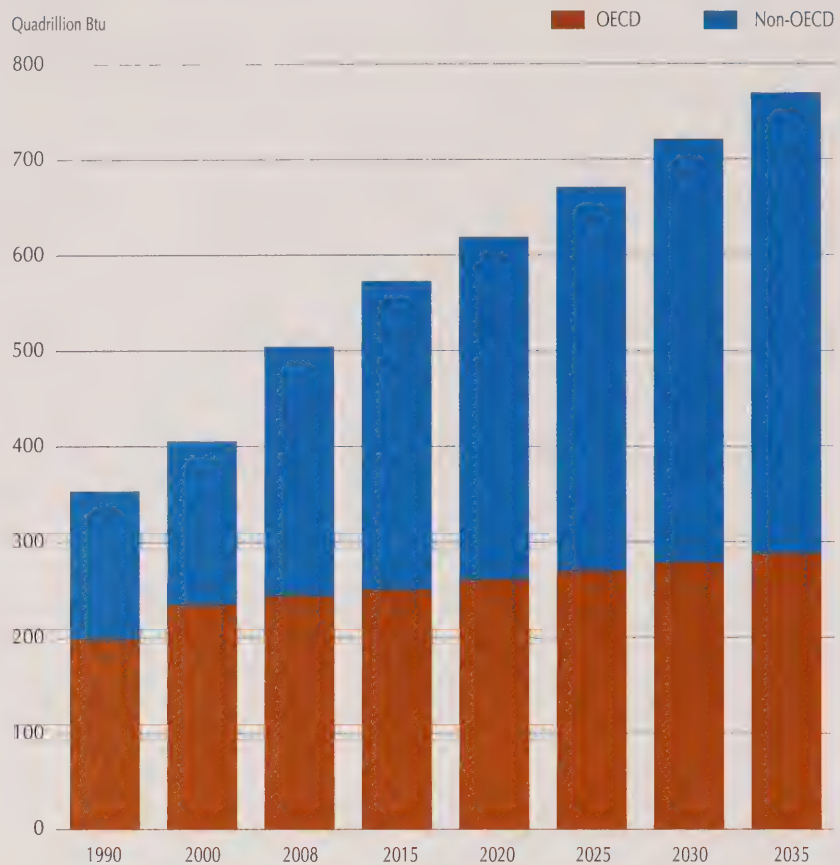
Figure 4: Share of world GDP – 2000 to 2020



Source: IHS Global Insight.
GDP = gross domestic product

- *The hunger for natural resources and agricultural production.* As hundreds of millions of people move from a rural, subsistence existence to more urban, middle-class lifestyles, there are significant increases in the demand for fuel, the raw materials from which consumer goods are manufactured, water, and food.
- *Climate change and environmental concerns.* As the day-to-day effects of climate change are felt, and as potential environmental impacts related to economic development and resource extraction gain visibility, citizens and political leaders are seeking effective means of monitoring developments and designing responses to them.

Figure 5: World energy consumption – 1990 to 2035



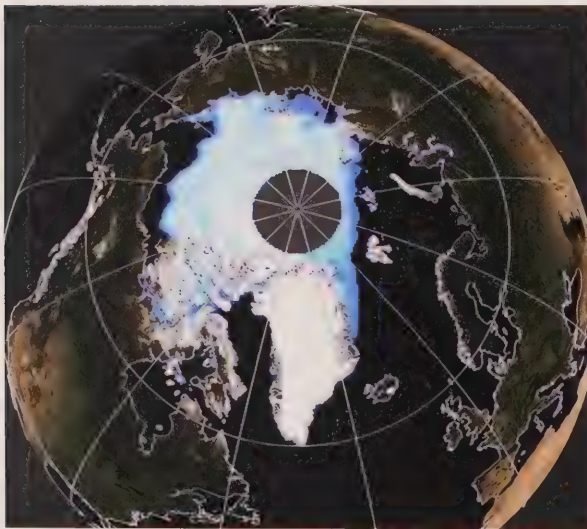
Source: U.S. Energy Information Administration.

OECD = Organisation for Economic Co-operation and Development

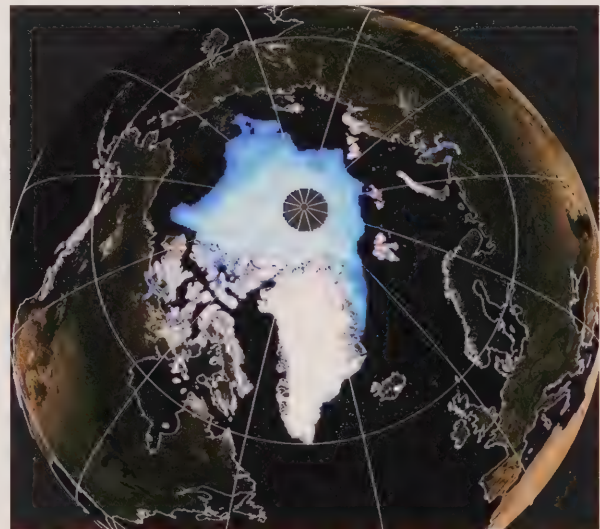
Decrease in Arctic sea ice, 1979 and 2011

Sea ice extent

September 1979 (7.2 million km²)



September 2011 (4.6 million km²)



Source: Adapted from an image by Matt Savoie, National Snow and Ice Data Center, University of Colorado, Boulder, using SSM/I data overlaid onto the NASA Blue Marble.

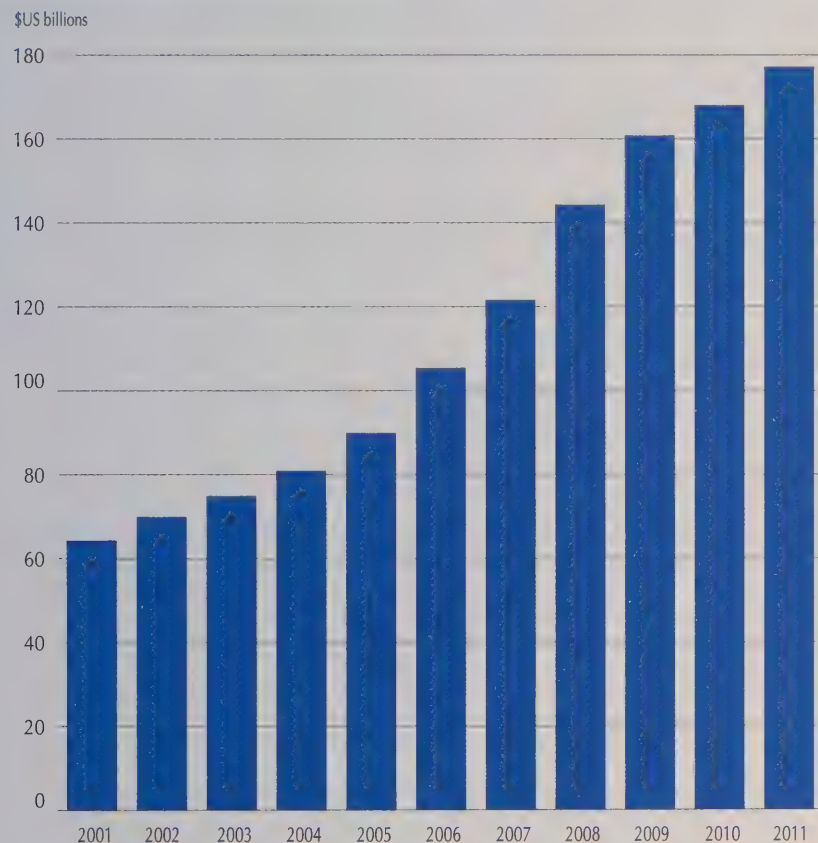
- *The decline in military expenditures and advent of non-conventional security threats.* In a climate of fiscal restraint, Western countries are reducing defence budgets while national security planners focus increasingly on managing non-conventional threats as well as the risks of traditional war.
- *The digital revolution.* We are in the middle of an epochal communications transformation driven by exponential increases in computing power, the advent of wireless technology, and an explosion of social media. The economic, social, and political impacts are already profound – and they are just beginning.
- *An aging population.* Shifting demographics are creating new challenges – and necessitating new strategies – for companies that rely on a highly educated, highly skilled workforce.

These general trends underpin and will continue to shape developments in the global space business. Perhaps most significant is the rapidly expanding use of space for civil purposes. As a result of technological advances – in particular, the increasing precision of satellite-based observation – and rising demand in both developed and emerging countries for natural resources, food, water, environmental oversight, and broadband telecommunications, the civil space economy continues to grow. Satellites and space-based applications have become essential tools for governments and private companies to satisfy this demand.

Figure 6: Global revenues of the satellite industry – 2001 to 2011

“Global satellite industry revenues grew by 175% for the period from 2001 through 2011, an average of 10.7% growth per year.”

Satellite Industry Association,
State of the Satellite Industry Report: September 2012.



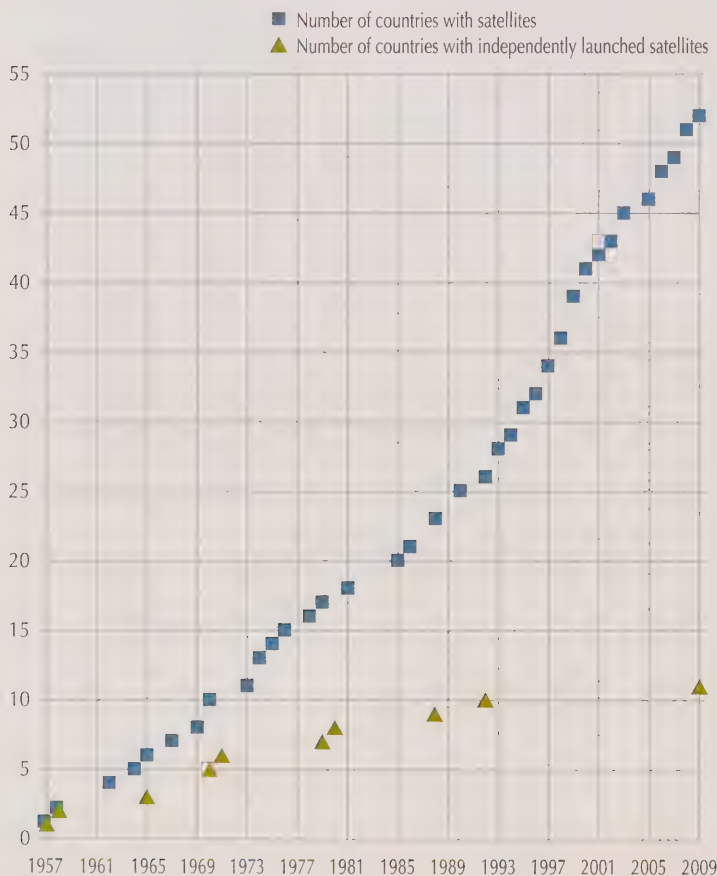
Source: Satellite Industry Association.

A similar set of factors is contributing to the expanding use of space for military purposes. Satellites have become critical hardware in the arsenals of modern armed forces, particularly in the face of unconventional threats from small, secretive, militant groups. Satellites are used, for example, to gather intelligence through high-resolution ground observation and signals surveillance, to monitor borders and sovereign waters, to operate drones over unfriendly territory, and to support far-flung military deployments.

“Surveillance satellites are used on a daily basis for military planning and intelligence. The military operation against Osama Bin Laden in 2011 is a prime example of how these space assets are used. After the [Central Intelligence Agency] and U.S. military determined the potential location of Osama Bin Laden’s compound in Abbottabad, Pakistan, satellite images were used to create a detailed map from above. The map was likely developed using assets belonging to the National Geospatial-Intelligence Agency, though a number of military and commercial satellites may have also provided relevant mapping data. This information included not only visible spectrum images, like those commonly seen on Google Earth, but also imagery in a variety of wavelengths. Using satellite imagery of the target over time can show the development of the site. In the case of the Bin Laden compound, images show an empty lot in 2001, a new building in 2005, and an expanded compound in 2011. When the operation was actually carried out, secure satellite communications were essential to connecting warfighters in the field with experts directing the operation.”

Space Foundation, *The Space Report: The Authoritative Guide to Global Space Activity*, 2012, p. 25.

Figure 7: Number of countries with satellites
(launched independently or via a third party) – 1957 to 2009



Source: Organisation for Economic Co-operation and Development, *The Space Economy at a Glance 2011*.

Note: Data points are provided only for years in which an increase took place.

The expanding range of space-based applications – and the drive for national prestige and geopolitical leverage – is producing an influx of new sovereign players. Globally, government expenditures on space have increased, even as the world’s largest space agency, the National Aeronautics and Space Administration (NASA), has had to cut spending. Russia is investing billions in revitalizing its space program. China is spending billions to turn itself into a major space power. The United Kingdom, Japan, and Brazil have re-engineered the governance of their space programs to advance national priorities. And dozens of other countries – among them, Israel, India, Iran, South Korea, Indonesia, Ukraine, Turkey, and Australia – have launched their own satellites or created national space programs where none existed.

Accompanying the growth in the number of nations in space has been an appetite for international cooperation. Collaboration allows participating countries to share the substantial risks, costs, and benefits of developing, manufacturing, and operating space assets, whether for the delivery of public services or for exploration and science. Collaborative efforts are also driven by the need to manage an increasingly congested operational space environment.

The number of satellite-based applications used to deliver public services and support military operations means that most space activity is still funded by government budgets. Nevertheless, a key trend in the global space sector is the growth of private sector activity. The construction and operation of satellites for telecommunications purposes have long been commercially viable. Recent years, however, have witnessed an increase in the number of satellite-based applications for which private companies and citizens are willing to pay – notably in the areas of remote sensing, mapping, and navigation – and the development of small satellites that substantially lower the cost of entry into space for private businesses.

This period has also seen the establishment of private sector launch companies – in part in response to NASA's push to outsource the delivery of crew and cargo to low Earth orbit – and the emergence of investors ready to dabble in space tourism and space mining. Alongside their move into for-profit space activities, private companies are increasingly commercializing technologies developed for space through non-space applications in areas such as natural resource management and medicine.

These trends underscore the growing importance of space activity, and hint at the challenges and opportunities facing Canada.

“Commercial Space” ... refers to a paradigm that is gaining significant traction in both the US and internationally. Frequently also referred to as “NewSpace”, it refers to the broadening of space-based businesses and industries beyond the traditional sphere of government space activities to develop significantly lower cost spaceflight technologies and open new markets that capitalize on the significant opportunities afforded by spaceflight. Accompanying this new trend is a rapidly growing community of relatively new, small to medium-sized aerospace companies working to minimize their overhead and streamline their business to achieve a large reduction in the cost of technologies for accessing and operating in space, and advocating progressive policies to facilitate the growth of the industry.

“... Commercial space or NewSpace refers not necessarily to new technologies, but rather to new applications, new markets, and non-traditional ways of funding and conducting space activities, and to the rise of a large number of small companies seeking to competitively pursue these activities.”

Canadian Space Commerce Association, *Fostering Innovation, Creating New Markets: Novel Approaches to Space Policy and Programs*, submission to the Aerospace Review.

Chapter 2.4

Opportunities and challenges

The space sector is entering a period of tremendous dynamism, and the next 20 to 30 years will present both the private sector and government with a range of opportunities to advance national security, resource development, and a broad range of public and private services using space assets, technologies, and applications.

Among the most important of the opportunities is the role satellites and associated ground infrastructure can play in propelling and managing the opening of the North. Satellites will facilitate the identification of mineral deposits; help us monitor the impacts of mines and oil and gas wells; allow us to better apply environmental standards and to monitor and understand the pace and effects of climate change; permit safer navigation through northern sea and air routes; and support the delivery of education, health, and emergency response services to small, dispersed northern communities, whether they have been there for centuries or are established in response to new economic activity.

"In light of the effects of global warming on the Arctic climate and the associated sovereignty issues, expected boom in resource exploration and development, increased maritime traffic, and socio-economic development needs of the North, a clear and compelling argument can be made that investment in the space sector is a cost-effective solution to the needed infrastructures that will contribute to positive developmental outcomes.

"In some instances, the business case for those investments will appeal to and be embraced by industry. These generally relate to the direct support of resource exploration and development in the North, and in support of secondary industries including transportation and logistics...

"However, in other cases, the sparse population of the North or current public policy makes pure commercial investment in space infrastructure uneconomical. Examples include large private investments in telecommunications infrastructure in the North instead of more lucrative, populous regions; or in building weather forecasting infrastructure when weather forecasts are provided for free to the general public... The responsible development and protection of Canada's North is not just a short-term development need, but rather...long-term, highly strategic and vitally important..."

Norstrat Consulting, *Canada's Space Sector: The Essential Enabler of Canada's Northern Strategy*, July 2012. Research report commissioned by the Aerospace Review.

Through a vigorous presence in the North, using satellites as a key instrument of policy, Canada will be able to accelerate wealth creation, protect the environment, and assert its sovereignty. Given the intensification of multiple, conflicting national claims in the Arctic, both international law and pragmatic geopolitics demand that Canada be active in the region if it wants to secure its interests there.



“Geographically, Canada is the second largest country in the world and has the world’s longest coastline. Under the United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS), Canada claims an exclusive economic zone along our coastline equal to more than 70% of our land mass. Protecting and managing such an enormous zone is a major challenge. Seventy-five percent of our population lives within 160 km of the U.S. border, leaving the majority of our land mass scarcely populated and difficult to access. We are an Arctic nation with a northern territory that comprises more than 40% of our total land mass. This Canadian geography and demography make it extremely challenging for governments to provide the infrastructure critical to our economic and social growth and to manage our national and international responsibilities for security, safety and resource stewardship ... In a country as vast and sparsely populated as Canada, space technologies play a unique and vital role in helping us to communicate to one another and to help monitor our territory for both opportunities and threats.”

Final Report of the Space Working Group, September 2012.

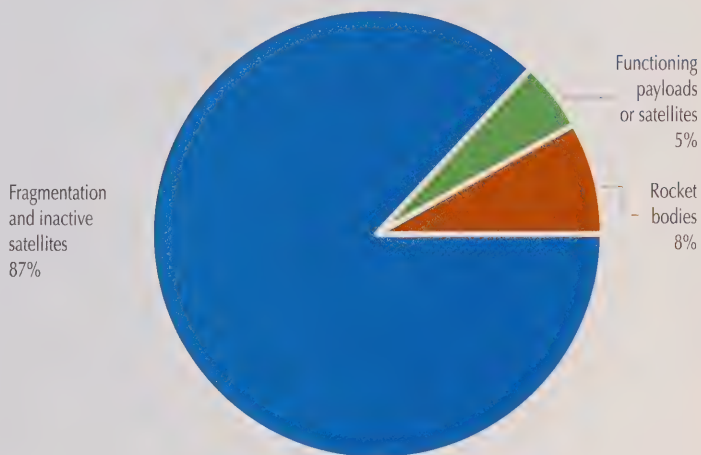
Beyond the North, the designers, manufacturers, and operators of satellites, satellite components, ground stations, and data processing services have the opportunity to meet rising demand in areas as diverse as precision farming that optimizes the use of equipment, irrigation, and fertilizers; transportation and urban planning; meteorology; and the delivery of information, entertainment, and many other applications to a constantly expanding customer base.

Finally, there is an emerging set of opportunities that are a by-product of the dramatic expansion in the use of space. There is, for example, an increasing interest in extending the lifespan of functioning satellites through refuelling and maintenance missions. And as more and more countries and companies put assets in space, there is a growing recognition of the need to track space debris and reduce the congestion caused by defunct space assets. This protects operational satellites and makes room for new

Figure 8: Status of man-made objects in orbit – 2012

Only a very small proportion of the man-made objects in orbit represent operational satellites or spacecraft. The rest – including fragments of destroyed equipment, spent booster rockets, and inactive satellites – is considered debris. Since these objects circle the Earth at almost 30,000 kilometres per hour, any collision with satellites or manned spacecraft can be catastrophic. Space-faring nations recognize the challenges posed by rising amounts of orbital debris and are actively discussing remediation strategies, notably through the 11-nation Inter-Agency Space Debris Coordination Committee, of which Canada is a member.

Removing debris and inactive satellites requires both an accurate identification of objects in orbit and a capacity to gather them for proper disposal. Regarding the former, Canada is preparing to launch its first military satellite, called Sapphire, which will provide timely tracking of objects in space. For the latter, Canada possesses world-renowned expertise on space robotics that can be mobilized to develop equipment to retrieve space objects.



Source: Joint Space Operations Center (JSpOC) of the U.S. Space Surveillance Network. Data as of May 2012.

Includes objects that are 10 centimetres and larger – about 22,000 in all.

assets to be placed in orbit without a major risk of being damaged or disabled by other floating objects. Even healthy space assets will need to be carefully managed and coordinated in the increasingly crowded global commons that is near-Earth space.

Reflecting the transformational opportunities emerging in space-related technologies and applications, substantial growth is taking place in both global public spending on space activities and the commercial space industry. Neither market should be ignored.

The Canadian space industry is well-positioned to profit from these opportunities. One of the sector's comparative advantages is its proficiency with respect to a number of niche technologies, each of which is relevant in its own way to the constellation of emerging demands:

- *Satellite communications* are essential to satisfying consumers' demand for broadband communications and information services, and government requirements related to service provision and military deployments.
- *Space robotics* will continue to be critical for publicly funded exploration and science missions, as well as initiatives to deal with space congestion and to extend the operations of existing assets.
- *Radar-based Earth observation and optical instrumentation* will both be increasingly important in the context of natural resource management, environmental monitoring, and intelligence gathering.
- *Small satellites* are more and more attractive to governments and private companies as a way of carrying out key activities in space with lower costs and shorter timelines than larger satellites.

In addition, the fact that Canada is a global leader in mining techniques positions Canadian firms to participate in potential long-term initiatives to mine in space and to use space assets to further resource extraction on Earth. While mining rare minerals in space remains largely speculative, it is attracting private investor interest and, in another quarter or half century, could conceivably become lucrative. Meanwhile, the number of space-based applications that facilitate mining and other natural resource activities on Earth is multiplying rapidly.

Canada's geography also has benefits for its space sector. In part, this is because the country's vastness and northern location require, and therefore stimulate, satellite-based technological solutions that can be sold internationally and often put to other uses. But it is also because the North is an ideal location for ground stations, given that most Earth observation satellites are in polar orbits and pass over the Canadian Arctic on every orbit. This natural advantage can be leveraged both by companies seeking commercial gain and public agencies looking to enhance cooperation with other countries by having facilities that receive satellite data and can be used for command and control of satellites.

Finally, Canada's space sector has a strong set of global networks and a positive reputation built on a history of success. Consider, for example, the extensive "flight heritage" and export achievements of the industry; highly visible technologies such as the Canadarms, which serve as global advertisements for Canadian expertise; the country's participation in international space initiatives, cementing its reputation as an advanced and reliable

"Increasingly, complex data and communications services requirements are being met with nimble, low-cost, small and micro-satellite systems. The proliferation of small satellite solutions is evidence of this trend throughout the world and many are real success stories ... Other advantages of pursuing a greater number of smaller missions are:

- *Affordability, making it possible to distribute mission activities to a larger number of Canadian stakeholders; both to industry and academia*
- *More spending goes to technology development that contributes to the creation of new niche capabilities for export markets*
- *Risk is spread over a broader portfolio"*

COM DEV International, *Aerospace Review: COM DEV's Recommendation for a Guiding Framework for Canadian Investments in Space*, submission to the Aerospace Review.

collaborator; the web of linkages the CSA has built with other space agencies, particularly NASA and the European Space Agency (ESA); Canada's highly successful astronaut program; and Canada's membership in the Arctic Council, whose members share common interests in the North and may be partners in joint space-based efforts.

Against these technological, geographic, and reputational strengths, the Canadian space sector has a number of challenges that, if left unaddressed, will likely compromise its ability to take advantage of opportunities and serve the country's needs.

The first lies within government: inadequate clarity of purpose with respect to Canada's space program and its role in providing services and advancing national priorities. This lack of focus appears to go back at least a decade and has been manifested in weak planning, unstable budgets, and confusion about the respective roles of the CSA and those government departments that are major space users. In a sector whose undertakings are, by definition, long-term, expensive, and complex, it is especially important to have concrete goals, predictable funding, and orderly implementation.

The second challenge lies with the private sector: limited competition and, in some cases, excessive reliance on public spending. In part, this reflects the realities that the Canadian space market is too modest to support a large number of major players and that governments around the world remain major purchasers of space assets. As a result, Canadian firms have tended to specialize in and depend on government contracts. But it is also a function of approaches dating back to the early days of Canada's space program, when federal officials worked with Canadian companies to allocate activities related to space procurements. While it is important to be pragmatic about the scale of the industry and encourage collaboration, it is also necessary, as the sector matures internationally, for private firms to contend with the discipline of competition.

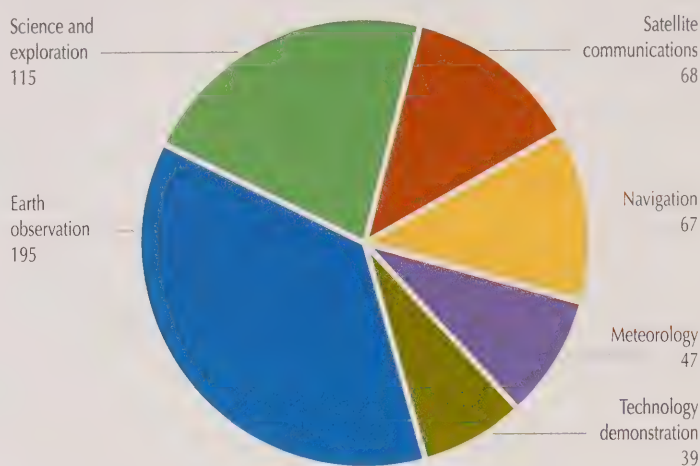
This brings us to a third challenge: the widespread interpretation of security-based exceptions from international trade rules as applying to space programs, which has allowed governments in countries with large space budgets and markets to give explicit preference to domestic companies. Such practices impede the ability of Canadian space companies to diversify their markets, but may be partially overcome through bilateral, government-to-government agreements. A related issue is export controls and legislated American restrictions on space collaboration with China, which can present Canadian companies with a difficult decision: continue to seek business in the United States, which remains the world's largest player in space and the Canadian industry's best customer, or try to access the rapidly growing market in China and elsewhere.

A final challenge is the lack of launch capacity in Canada, which means the CSA and Canadian firms must turn to other countries' launch systems to place satellites into orbit, a dependency that can result in delays, operational complications, and cost overruns. This issue may become more serious if the use of small satellites continues to grow at a rapid pace.

The opportunities and challenges facing the Canadian space sector offer guidance to the way forward.

Figure 9: Civilian satellites to be launched, by sub-sector – 2011 to 2020

Total civilian satellites to be launched: 531



Source: Euroconsult.

Analysis and recommendations

Many of the recommendations in volume 1, the companion report on the aerospace sector, apply to the space sector as well. These include the following recommendations for the government:

- Expand the list of strategic sectors under the government's Science and Technology Strategy to include aerospace and space.
- Maintain Strategic Aerospace and Defence Initiative (SADI) funding at current levels – less reallocations recommended in the companion volume on the aerospace sector – and modify SADI's terms and conditions to make it a more effective program for stimulating the development of the aerospace and space technologies of the future.
- Co-fund a Canada-wide initiative to facilitate communication and collaboration among companies, researchers, and academics.
- Simplify and streamline application and reporting procedures for programs used by the industry, especially for smaller companies seeking modest levels of support, and use a “one-stop” internet portal to provide information on, and links to, those programs.
- Negotiate bilateral agreements with countries where potential market and partnership opportunities are likely to benefit Canada and the Canadian aerospace and space sectors.
- Review export and domestic control regimes to ensure that they are not unnecessarily restrictive and that export permits are issued expeditiously.
- Use federal programs – in collaboration with industry, academia, unions, and provinces – to promote science, technology, engineering, and mathematics studies generally, and aerospace and space careers specifically, among youth; to help college and university students acquire relevant expertise; to bridge new graduates into the aerospace and space workforces; and to bring skilled aerospace and space workers from abroad when efforts to develop labour supply in Canada do not keep up with demand.
- Develop mechanisms to support the efforts of companies to keep their workforces technologically adept and adaptable through continual up-skilling.
- Co-fund – with industry, provinces, and academic and research institutions – the purchase and maintenance of up-to-date infrastructure required for training and research purposes.

Details on the analysis underpinning these recommendations and suggested steps for implementing them can be found in volume 1. The rest of this report will focus on analysis and recommendations specific to the Canadian space sector.

Chapter 3.1

Establishing clear priorities and plans

Public programs related to space must be grounded in carefully considered priorities that reflect the needs and advice of a wide range of users and stakeholders, and are advanced through rigorous plans and stable funding.

Effective priority-setting and implementation are, of course, always necessary when governments make choices about the use of finite public resources – but they are doubly so when every project involves multiple players and requires a significant investment of time and resources, a unique design, a dedicated manufacturing process, and repeated, rigorous testing along the way. A lack of clear priorities and plans increases the chances that substantial public monies will be spent without realizing sufficient positive impacts on the national economy, security, and delivery of public services. In an area as important and complex as space, ad hocery is costly, inefficient, and counter-productive.

A clear sense of direction in the public space program is also important for the space industry, given that government remains the largest customer for space assets outside of commercial satellite communications. Companies need a reasonable level of predictability in their markets in order to make sound business decisions and properly deploy the substantial capital and resources involved.

“It is very difficult for Canadian industrial players, big and small, to plan capital and human resource investments, to maintain capacity between gaps in Crown programs, to invest significantly in [research and development (R&D)] without certainty regarding which Crown programs, technology development programs and flight demonstration programs will be pursued, and when they will be initiated. Industry also needs to understand the direction of key government policies that affect competitiveness, such as procurement policies, risk capital for commercialization of R&D, export controls or the data policy and regulatory environments affecting the services sector ...

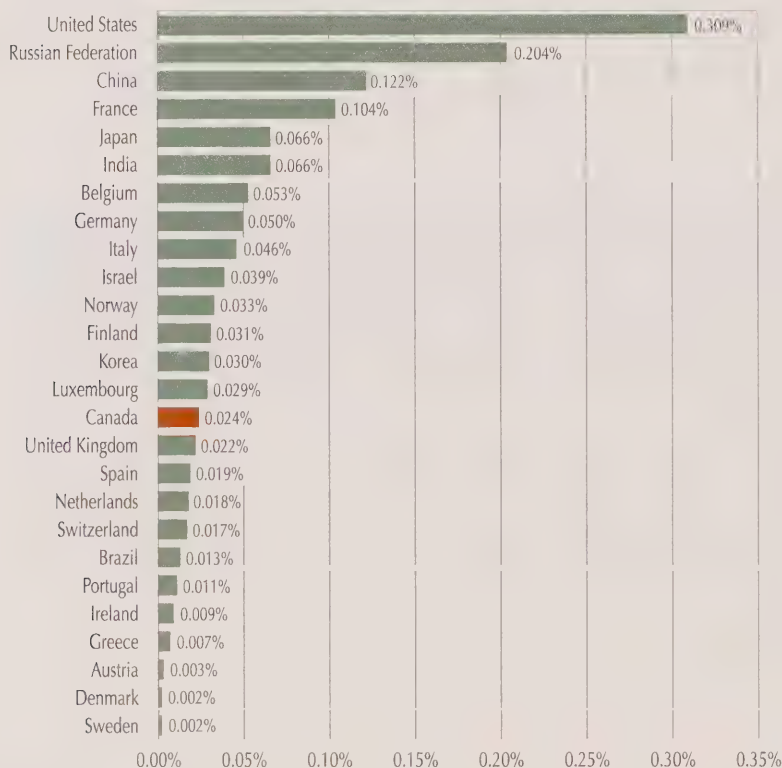
“Space projects typically have execution periods of two to five years, and each project follows an equally long period of requirements analysis, concept/project definition and technology definition and development. Given this model, all projects require long planning horizons and seamless communications between the government, university and industry players in order to effectively maximize the return on their highly-trained work forces and specialized research and manufacturing facilities.”

Final Report of the Space Working Group, September 2012.

For a number of countries with space programs comparable in size to Canada's, these considerations have led to revisions in governance arrangements for space-related activities. These changes have been designed to increase the involvement of the highest levels of government in setting overall program priorities, foster coordination across ministries, clarify the roles of national space agencies, and better engage the private sector. For example:

- The United Kingdom has established a space agency for the first time. The agency reports directly to the Minister of State for Universities and Science, and has overall responsibility for all of the country's publicly funded civil space activity. Government departments, research institutions, industry, and publicly funded non-governmental bodies with space-related activities sit on a Space Leadership Council that advises the Minister and agency on national space priorities.
- Japan has created a Cabinet-level committee, chaired by the Prime Minister and supported by a dedicated secretariat in its Cabinet office, with a mandate to establish national space-related priorities, coordinate space-related activities across government, and strengthen the role of the private sector in Japan's space program. The role of the country's space agency, JAXA, has been clarified as one of research, advice, and implementation, not policy-setting.
- Brazil has set up a national council for space policy at the ministerial level, chaired by the President, and has strengthened the mandate of its space agency to support the establishment of priorities for the country's space program and coordinate their implementation. Similar to the situation with Japan's JAXA, the role of Brazil's National Institute for Space Research has been focused on research and implementation.

Figure 10: Space budgets of selected OECD and non-OECD countries as a share of GDP – 2009



Source: OECD.

GDP = gross domestic product

OECD = Organisation for Economic Co-operation and Development

Although Canada's public space program has had many successes and is well-regarded internationally, the steps other countries have taken to elevate the priority of space, more clearly delineate responsibilities, and better manage across multiple programs and departments are instructive.

The reality is that over the last decade or so, while other players have modernized their space programs through national strategies and stronger governance, Canada's priorities have been ambiguous and implementation has been below the necessary standard. There is no over-arching articulation of what we want to do in space or how we want to do it. There is no clear mechanism to manage space activities across government. Individual projects such as the RADARSAT Constellation Mission have been announced, only to disappear from view and then reappear later. The CSA's budget has been reduced even as Canada has entered into new commitments, such as extending its participation in the

International Space Station until 2020. And Canada's lead with respect to key technologies like space robotics and optical instrumentation is being eroded, in part due to the greater determination other countries have brought to their space programs.

It is essential that there be a Canadian Space Program that is energized and focused through a clear sense of purpose, strong and consistent engagement of stakeholders, more rigorous planning and implementation, and stable funding.

Recommendation 1: Canadian Space Program priorities

Canada's space program will be most effective at promoting the national interest and providing services to Canadians if it is anchored in priorities set at the highest levels after appropriate consultation across government and with industry and researchers. In the main, these priorities should be stable, given that the development and deployment of a space asset is a multi-year process that requires sustained commitments of public and private resources.

It is recommended that the government explicitly recognize the importance of space technologies and capacity to national security, economic prosperity, and sustainable growth, and that the Minister of Industry bring 10-year, 5-year, and annual government-wide priorities for the Canadian Space Program to the Cabinet Committee on Priorities and Planning, which is chaired by the Prime Minister, for discussion and approval each spring.

These priorities should:

- be developed on the basis of advice from ministers from all interested portfolios, along with provinces and territories, industry, and experts from research and academic institutions – this advice will come in part from the Advisory Council described in recommendation 2;
- reflect the areas in which space assets and activities can have the greatest impact in advancing Canada's national interests;
- cover both civil and military assets and activities;
- align with Canada's international partnerships and commitments;
- position the industry to take maximum advantage of emerging opportunities, for example, by extending Canada's lead in niche technologies; and
- be assessed annually in light of emerging circumstances.

Barring major developments that demand a change in course, 10-year and 5-year priorities should remain consistent over their lifespan, while annual priorities should reflect and build on 10- and 5-year priorities.

Once approved, priorities should be reflected in ministerial mandates, with the expectation that follow-through will occur in a timely manner. Where necessary, ministers should bring more detailed project proposals to Cabinet for approval. Approved priorities and projects should, of course, inform the government's budgeting process.

To help industry, researchers, and other interested parties plan their own work, a summary of approved Canadian Space Program priorities and projects should be released to Parliament and the public on an annual basis.

While there are many areas the government might wish to emphasize in its first set of Canadian Space Program priorities, the imperatives of development and security in the North should almost certainly be high on the list. Satellites and associated ground infrastructure are frequently the most cost-effective – and sometimes, the only – tools for unlocking the enormous wealth of the region; monitoring environmental conditions and impacts; allowing for communication among, and delivery of health and education services to, dispersed communities; ensuring that Arctic sea and air transportation are safe; protecting the northern perimeter; and asserting Canadian sovereignty.



In addition, the government should consider, when establishing priorities, how the country's launch capacity needs can be addressed. Canada's public and private sectors already face potential delays and extra costs as they wait in line for a spot on other countries' launch vehicles. Access to reliable launch capacity will become more important as increased use is made of space assets, including small satellites, to meet the country's economic, security, and public service delivery needs. While creating launch capacity alone is likely to be prohibitively expensive, joint efforts with close allies and/or nations confronting similar challenges may be a way of assuring that Canadian assets are near the front of the launch queue in the decades to come.

Finally, a first set of priorities should reflect how Canada will make full and strategic use of its right to access the laboratories and equipment of the International Space Station to advance cutting-edge Canadian research and technological development.

Recommendation 2: An Advisory Council

Space activities are like no other. They involve developing and deploying complex and often unique technologies into a hostile and forbidding environment where there is little or no possibility of second chances or repair and maintenance. As a result, determining what is feasible and desirable in the context of a national space program requires the experience and insights of a wide range of experts.

The most efficient way for government to gather this advice is to hear the unvarnished views of knowledgeable people around a single table. Such an approach can reduce the number of discussions that must take place, improve the quality of decisions, and offer invaluable input on the sorts of trade-offs that are essential in a resource-constrained world.

It is recommended that the government establish a Canadian Space Advisory Council, reporting to the Minister of Industry, with membership from industry, the research and academic communities, provinces and territories, and federal departments and agencies.

The Advisory Council should be mandated to advise the Minister of Industry on Canadian Space Program priorities and plans, taking into account factors such as:

- the current and potential niche strengths of the Canadian space industry and research community;
- emerging technologies with the potential for positive economic impacts through a wide range of applications in and beyond the space sector;
- public service delivery needs that can be efficiently met through the use of space assets; and
- opportunities for international cooperation on space-related initiatives.

It is important that the Advisory Council bring perspectives from outside government and across the country. It should, therefore, be chaired by a neutral, non-governmental appointee, and include among its members:

- industry representatives from large, medium-sized, and smaller firms;
- representatives of leading space-related research and academic programs;
- senior officials from the CSA and federal departments and agencies with space-related interests and activities, including those that use satellites to deliver their mandates and those that conduct or fund space-related research; and
- senior officials from provinces and territories interested in using space assets to deliver services in their jurisdictions.

It may be appropriate for senior government officials who participate in Advisory Council discussions to do so in an ex officio capacity, given that they have both an opportunity and obligation to provide policy advice to ministers through other channels.

The U.K. Space Agency's Space Leadership Council

The U.K. Space Agency's Space Leadership Council was created in response to a recommendation by the independent, industry-led Space Innovation and Growth Strategy (IGS). The IGS, which was launched by the Minister of Science and Innovation in 2009, resulted in a final report in 2010 that defined a 20-year strategy for the future growth of the U.K. space industry.

The Council is chaired jointly by industry and government and is composed of senior-level officials from across industry, academia, and government. Its duties include:

- *providing advice to the U.K. Space Agency on its workplan and future opportunities;*
- *offering advice on the areas of space activity in which the United Kingdom should seek to develop and maintain global leadership; and*
- *promoting the United Kingdom's space industry and scientific excellence in space research, technology, and applications.*

Source: U.K. Space Agency.

Recommendation 3: Disciplined governance and implementation

Overall direction is only meaningful if properly implemented. Because space projects are complicated and often break new technological ground, they carry an inherent risk of false starts and unexpected detours. Experience illustrates this risk: major space projects in Canada and abroad have been bedevilled by project management issues, cost overruns, and missed deadlines. In such a context, rigorous governance and planning are a must. Once Cabinet has pointed the way, government departments and agencies must be properly organized to follow through.

It is recommended that a deputy minister-level Space Program Management Board be created to coordinate federal space activities, project-specific arrangements be put in place to ensure disciplined project management, and all agencies and departments with a role in the Canadian Space Program be required to report on how they are implementing priorities set by Cabinet.

A deputy minister-level Space Program Management Board – with the Deputy Minister of Industry serving as Chair and the President of the CSA as Vice-Chair – should be mandated by the Clerk of the Privy Council to ensure the coherence and coordination of federal space-related activities, once Cabinet has approved priorities. Support and advice to the Board should come from the CSA as well as the deputy ministers' own departments.

This Board, in turn, should implement arrangements to ensure that major projects are planned and executed in the most rigorous manner possible. It could, for example, strike project-specific steering committees comprising representatives of the CSA, federal departments and agencies involved in the project or initiative, interested provincial and territorial governments, and research institutions. Participation in such steering committees would normally follow a "pay-to-play" rule: those funding a project or initiative should have a voice in how it is designed and implemented.

To provide information on these activities to Parliamentarians and the public and to strengthen accountability, the Reports on Plans and Priorities and Departmental Performance Reports for the CSA and all departments and agencies involved in the Canadian Space Program should specify, in detail, how those organizations are implementing Canadian Space Program priorities. Effective delivery of space-related commitments should be considered in assessing the performance of relevant deputy ministers and senior managers.

Proposed governance structure for the Canadian Space Program

Government Committee	Role
Cabinet	To establish 10-year, 5-year, and annual government-wide priorities for the Canadian Space Program on the advice of the Minister of Industry
Canadian Space Advisory Council	To advise the Minister of Industry on Canadian Space Program priorities and plans
Deputy minister-level Space Program Management Board	To ensure the coherence and coordination of federal space-related activities that reflect the priorities established by Cabinet

Recommendation 4: Predictable funding

In a field in which projects can take a decade to go from concept to operation, sustained funding commitments are essential. Budgetary uncertainty is a recipe for eroding value and increasing risk to the public purse, private industry, and the research community.

Funding stability requires an explicit assurance of continued support as long as activities and projects stay on track. It is not a blank cheque: where milestones are missed, the government must have the ability to use its financial authority as purchaser to compel better performance. Nor does it mean the federal government should be covering all required expenditures itself: given the cost and complexity of space assets, and the benefits of cooperation, multi-payer funding models will often be more appropriate than single-payer models.

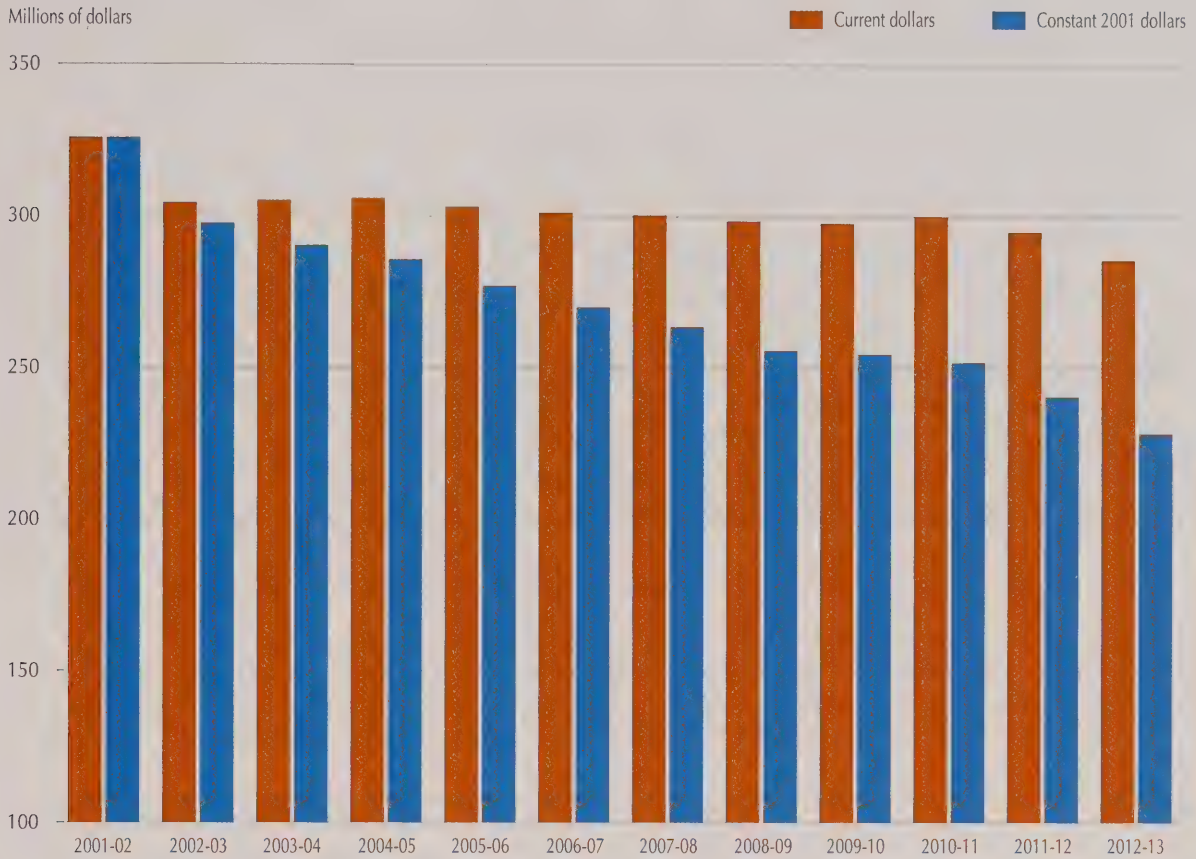
Within those limits, however, predictability in long-term funding is essential to effective management and the success of a national space program.

It is recommended that the Canadian Space Agency's core funding be stabilized, in real dollar terms, for a 10-year period; that major space projects and initiatives be funded from multiple sources, both within and beyond the federal government; and that increased international cooperation be pursued as a way of sharing the costs and rewards of major space projects and initiatives.

Canadian funding sources for major projects may include:

- the CSA, whose core budget should allow it to make a modest contribution to each major project;
- federal departments, agencies, and research bodies that will use the asset or initiative to support delivery of their mandates;
- provincial and territorial governments that will make use of the asset or initiative;
- research and academic institutions interested in using the asset or initiative as a platform for conducting research;
- the builders and operators of the asset, through public-private partnership arrangements; and
- special allocations from general government coffers, in the same manner as such allocations are made for infrastructure projects such as bridges and ports.

Figure 11: Core budget of the Canadian Space Agency – 2001-02 to 2012-13



Sources: Canadian Space Agency and Statistics Canada.

Note: Core budget does not include one-time funding for the Economic Action Plan or major capital projects.

Constant 2001 dollars are calculated using the Consumer Price Index, assuming annual inflation of 2% in 2012. They illustrate the purchasing power of the CSA's budget after accounting for the rising cost of goods and services over time through annual inflation.

The domestic funding formula for each project should reflect considerations such as the nature of the project itself, the capacity and willingness of potential users to make a contribution, and the overall fiscal situation. Special allocations from government coffers may be more appropriate in the early stages of a project's lifecycle, when required expenditures may outstrip users' ability to pay, but should decline over time. This would be consistent with funding patterns for many types of basic or developmental infrastructure.

In some cases, international cooperation will be critical to seeing a project to fruition and to its long-term operational success. Canada has a history of working closely with other countries on space initiatives – a history that has allowed it to strengthen its international visibility and relationships, establish a global reputation for niche technological strengths, and gain access to multi-billion-dollar assets, like the International Space Station and the Mars Curiosity rover, that it would never have been able to develop and build on its own.

Partnering with the European Space Agency

The Canada-European Space Agency Cooperation Agreement enables Canadian space companies to get contracts from the European Space Agency (ESA) based on the principle of “juste retour.” For every dollar contributed by Canada to ESA programs, Canadian space companies can obtain one dollar’s worth of contracts from the ESA.

This program fosters technology innovation and competitiveness by providing Canadian companies with exposure to the European space market, and providing spaceflight opportunities to test technologies. Overall, Canadian firms have benefited or are expected to benefit from \$399 million in incremental revenues due to the ESA contracts and follow-up work.

An example of technology generated through the ESA Agreement is guidance, navigation and control software for satellites. This software, developed by NGC Aerospace of Quebec, was installed on the ESA’s Proba-1 satellite. The software predicts when the satellite will fly over a specific target, then manoeuvres it into an ideal position for imaging. With ESA support, NGC subsequently developed second-generation software for the Proba-2 satellite. This software allows the satellite to compensate for environmental disturbances and avoid interference from the Earth. Through the ESA, NGC also had the opportunity to flight-test guidance, navigation, and control technologies for future Earth-observation and exploration missions. Proba technology is now being commercialized in both Canada and Europe.

Canada’s reputation as a dependable and sophisticated collaborator positions us well for deeper cooperation with:

- traditional partners NASA and the ESA, which remain the world’s largest space agencies;
- emerging (or re-emerging) space powers such as Russia, China, India, Brazil, and Japan – where export controls complicate cooperation with these countries, joint efforts can be focused on areas that are not security-sensitive; and
- Arctic Council members, who are likely to share Canadian interests in developing satellites, ground stations, and small satellite launch capacity to support economic development, safe transportation, public service delivery, and environmental stewardship in northern regions.



Chapter 3.2

Conducting procurements

Public procurements have been a catalyst for the Canadian space sector from its inception. Because government has always been a major client for space assets and expertise, the emergence and growth of the Canadian space industry – and of research and academic programs with a space focus – have been inextricably tied to purchases by the federal government, either for its own projects or for initiatives undertaken in cooperation with other countries' space agencies, especially NASA and, to a lesser extent, the ESA.

This does not mean that the majority of the industry's revenues come directly from Canadian governments; in fact, only about one-fifth of domestic revenues do, and the industry generates half its revenue from sales outside the country, making it one of the most export-oriented in the world. But most sales abroad involve proven products and services, particularly in the fields of satellite communications, Earth observation, and data processing.

When it comes to major technological advances and establishing market credibility, the role of public procurement remains key. Although the situation is gradually changing, few private investors are prepared to assume the costs and risks required to create something new for space, and none has the government's ability to demonstrate a new product's capability through the achievement of "flight heritage."

Testing space assets

Space is a hostile and forbidding environment where there is little room for error. Given the timelines and cost involved in putting technology into space, developers and buyers proceed step-wise, first testing space technology as rigorously as possible on the ground and then testing a small prototype or components in space to gain "flight heritage." This second testing phase is important because it can be quite challenging – and in some cases, impossible – to prove on the ground that a technology will work flawlessly in space at a high level of performance over a period of years with little to no maintenance.

For on-ground testing, industry and government can use the David Florida Laboratory (DFL) of the Canadian Space Agency, among others. The DFL provides specialized facilities, equipment, and support personnel necessary to assemble and check the space-worthiness of entire spacecraft, their subsystems, and major components.

The flight heritage phase generally involves obtaining a "ride" into space, often by piggybacking on an unrelated space mission. Governments often play a critical role in securing such opportunities through funding and international agreements.

The New InfraRed Sensor Technology (NIRST) instrument is an example of a technology that is in the flight heritage phase. It was put into orbit, together with seven other instruments, with the launch of an Argentinian satellite in 2011. NIRST is designed to monitor temperatures at the surface of the ocean and hot spots such as forest fires and volcanic activities. The sensors used in this technology were developed in partnership between the Canadian Space Agency and the Quebec-based Institut national d'optique.

That said, public procurement obviously cannot be predicated exclusively on strengthening the indigenous space sector. It also has to be about meeting the operational requirements of user organizations and getting the best value for taxpayers. These three broad goals – price, performance, and industrial capacity – are the same as those identified in the companion volume on aerospace when it examines public procurement of aircraft.

Attaining these goals demands that, once clear priorities and plans have been established for the Canadian Space Program, the scope of each specific project be established early and requests for proposals create incentives for lower costs, more innovation, and the involvement of Canadian companies and research institutions.

Recommendation 5: Early project scoping

Because space assets take years of sophisticated development, construction, and testing – and are often designed to accommodate multiple payloads for multiple purposes – there has been a tendency for original project scopes to expand, resulting in cost escalation and delays.

It is recommended that the scope of space projects, project timelines, and performance requirements be finalized as early as possible in the project definition phase.

The project scope should be:

- set at a level specific enough to ensure that the asset delivers required services, but general enough to give bidders flexibility to propose a range of approaches to meeting those requirements – in practice, this will mean specifications that are more performance-based and less detailed than those that have typically been used to date;
- approved by the senior executive officer of all organizations involved in funding and/or using the asset, for example, deputy ministers for federal departments; and
- fixed upon approval, unless extraordinary circumstances justify a later revision.

Scope and project management are critical for a successful space program. Any scope changes, timeline extensions, or draws on a project contingency should require approval at the senior executive officer/deputy minister level.

Recommendation 6: Competitive bids that encourage innovation, control costs, and build the Canadian industry

The conventional approach used to procure space assets and services for government purposes in Canada has seen limited competition and a relatively high degree of involvement by CSA officials throughout the design and manufacturing process.

When technologies were in their infancy and Canadian industrial capacity was limited, this may have been appropriate. It helped to build the Canadian space sector and ensure that the government got the assets it needed. But budgets have tightened, technologies have matured, and there is a deeper pool of industry capability, all of which warrant modernizing our approach to acquiring space assets.

Those assets could include more small satellites, which cost a fraction of what major satellites do, can be designed and built relatively quickly, and are increasingly capable of providing valuable data and services. While some applications will always require a larger platform, the goal of maximizing value for money when buying space equipment and services can be advanced by considering all technological and hardware options and determining the optimal mix for each project.

Arriving at that optimal mix will be facilitated by soliciting and considering a range of approaches each time the government contemplates a space-related procurement. In any sector – as the Competition Policy Review Panel⁴ noted in 2008 – competitive intensity spurs innovation and produces better results at lower prices for customers. This is true not only when customers are individual citizens, but also when the federal government makes purchases on behalf of the people of Canada. While the number of major companies in the space business will always be relatively small – given the costs and complexities entailed in designing and manufacturing space assets – there are now enough players to generate healthy competition for the public's space dollars.

Competition need not mean an erosion in the commitment to leverage public procurements to strengthen the Canadian space sector. As long as the sector relies to a significant degree on such purchases – and as long as other countries treat space procurements as exempt from trade rules and use them to foster their own sectors – positive impacts on the Canadian space industry and research community should be a consideration when public resources are used to buy satellites and other space equipment and services.

Canada's space companies do not oppose competition as long as it is fair, balanced, and transparent. Indeed, properly managed, more competition should be of benefit to both the government as purchaser and the Canadian space sector, as it will spur innovation and give firms the opportunity to forge a range of partnerships as part of bid development.

It is recommended that space asset and service procurement processes be competitive in nature and that proposals be assessed on the basis of their price, responsiveness to scoped requirements, and industrial and technological value for the Canadian space sector.

To keep costs down, creativity up, and indigenous capacity strong, any company or consortium of companies that satisfies a significant Canadian content threshold should be permitted to bid for the federal government's space business. Bidders should be encouraged to propose innovative solutions to meet the government's requirements – something that will be helped by having those requirements scoped at a relatively general level, as described under the previous recommendation.

Each proposal should be required to include a detailed explanation of concrete industrial and technological benefits for the Canadian space sector. Benefits may accrue from the direct participation of Canadian companies and research institutions as leaders of, or partners in, the bid; from firm commitments to source systems and components from Canadian companies; and from investments in research and skills training related to the project. Projected benefits should be assessed for their impacts on the Canadian space sector's technological capabilities and ability to develop and sell products and services in Canada and abroad. Bid selection should consider these impacts, along with a bid's total cost and capacity to meet users' needs.

"Government space procurements should be based on needs to be met or problems to be solved.

"... Close consultation between industry and government on user requirements and industrial capabilities should occur at the outset and before the completion of any detailed technical specifications. This process will allow industry to propose, and the government to assess, alternative solutions to meet the identified user needs, which will promote innovation and reduce costs."

Telesat, submission to the Aerospace Review.

4. Competition Policy Review Panel, *Compete to Win: Final Report* (Ottawa: Public Works and Government Services Canada), 2008. ic.gc.ca/eic/site/cprp-gepmc.nsf/eng/h_00040.html

In instances where efforts to encourage increased competition do not bear fruit and there is only one bidder – due, perhaps, to the specific requirements of the project and the limited number of players in the industry – special measures may be required to ensure that costs are reasonable and the benefits to the Canadian space sector are meaningful. These measures may include benchmarking the price of the bid against the cost of comparable projects carried out in other countries and raising the Canadian content thresholds.

In all cases, the procurement process should be led by Public Works and Government Services Canada (PWGSC), the federal agency with the deepest expertise in major government purchases. The CSA should provide technical advice to PWGSC – in conjunction with all organizations involved in the project – and should liaise with PWGSC and the vendor during the design and manufacturing phases to ensure that milestones are being met. In most cases, however, the CSA should not be directly involved in those design and manufacturing activities. Less emphasis should be placed on continuous technical oversight by the CSA, and more on the establishment and enforcement of firm contractual obligations for product development and delivery, with meaningful penalties for under- or non-performance. The onus for proposing and delivering assets and services should rest with the companies that bring forward bids. The government should act as a savvy customer rather than an overweening supervisor.

Chapter 3.3

Fostering technological and commercial capacity

Although public procurements make important contributions to innovation and the competitive position of the Canadian space sector, they are not the only tool available to government to help the sector thrive. In fact, as technological progress and global trends make space a more and more commercially viable domain, the role of public policies and programs should turn increasingly toward creating an environment that helps Canadian space companies succeed not just in the context of government procurements, but also in the global marketplace.

“Without new technologies, international academic linkages and appropriately skilled people flowing from universities to industrial [research and development] labs, and finally to flight programs, Canadian companies will eventually fall behind the state-of-the-art and no longer be relevant or competitive on the world stage. A strong research capacity in groups of critical mass, well connected to industry and government, is an essential underpinning of a competitive sector.”

Janet E. Halliwell, Tim Barfoot, Kieren Carroll, Gabriele d’Eleuterio, James Drummond, Gordon Osinski, and Andrew Yau, *The Academic Dimensions of Industrial Competitiveness*. Research report prepared for the Space Working Group, June 2012.

Such success will depend on the ongoing refinement of existing technologies and development of new ones that anticipate and respond to the needs of public and private sector customers in Canada and around the world. It will also require conditions that facilitate creativity and experimentation by entrepreneurs and researchers.

Recommendation 7: Support for technology development

Government plays a critical part in fostering innovation through funding for R&D. That is one reason why Budget 2012 tightened eligibility rules for the Scientific Research and Experimental Development tax incentive program (SR&ED) in favour of more direct support for promising ideas and projects. Such support is particularly important in a sector like space, where competitive advantage and technological advantage are so closely intertwined.

The main federal programs targeted to applied R&D in the Canadian space sector are the CSA’s Space Technologies Development Program (STDP) and Earth Observation Application Development Program (EOADP). Over the years, the proportion of CSA funding devoted to STDP has dropped as budgets have become tight and resources have been reallocated to other activities: it provided \$10-20 million annually in funding between 2003 and 2010, but had declined to \$4 million by 2011-12. EOADP has remained relatively stable during the same period at about \$5 million annually.



Space Technologies Development Program

The Space Technologies Development Program (STDP) provides financial support to industry and academia to foster innovation, enhance the competitiveness of the Canadian space sector and further the development of technologies that could be required for future Canadian space missions.

In the last 10 years, STDP has supported the development of over 50 new technologies ranging from self-healing carbon fibre materials to the automated vision systems used for inspecting the Space Shuttle in space.

For example, ABB of Québec City received \$500,000 from STDP to help develop a miniature interferometer (called MINT), an instrument that modulates incoming light in a way that allows more detailed analysis of a scene under observation. This technology can be used in a wide range of applications, including remote sensing instruments for environmental, defence, and security monitoring, as well as industrial analyzers. With further research and development on this technology, ABB developed a new family of low-cost, high-performance industrial analyzers that now have significant export sales.

Given the significance of innovation to the long-term vitality of the sector, and the scale of other countries' investments in space-related R&D, the level of support for such activities must be raised and protected.

It is recommended that total funding for the Canadian Space Agency's technology development programs be raised by \$10 million per year for each of the next three years, and that it be maintained at that level.

Half of the recommended funding increase should come from a reallocation of savings achieved as a result of the tightening of SR&ED criteria, and half should be reallocated from CSA business lines that will be less active as a result of recommendations in this report, including direct oversight of the space asset design and manufacturing process.

It is important that when public funds are spent with the aim of spurring ground-breaking technologies, support be focused in areas with the greatest potential to benefit the competitiveness of the industry and growth of the economy. To achieve this, the criteria for space-related R&D funding should give preference to proposals that:

- align with the Canadian Space Program priorities approved by Cabinet;
- are submitted by industry-academia consortia with agreements for sharing intellectual property;
- include technology demonstration as well as basic R&D;
- include a sound business plan showing how the proposed technology development activities will result in commercially viable and exportable products and services; and
- have a clearly articulated project management plan, ideally with some sharing of expense and risk by proponents.

Proposal assessments should be jointly conducted by the CSA and the NRC, which has expertise in space research, and in supporting small and medium-sized businesses with the development of technologies that have high potential for commercialization and sale in global markets. More formal management linkages in the NRC's and CSA's technology development programming should also be explored.

High-altitude science balloons

The Canadian Space Agency (CSA) is partnering with France's space agency Centre national d'études spatiales and municipal authorities to build and operate a base in Timmins, Ontario, from which high-altitude science balloons can be launched. Balloons can carry up to 1.5 tons of equipment into the stratosphere – an altitude of about 40 km – to collect data on the environment and the atmosphere, as well as peer into space using telescopes. This launch facility will provide cost-effective opportunities to conduct research and train the next generation of space scientists and engineers. Preparations for the first launch are expected to take place in 2013.

Recommendation 8: Encouragement of commercial space activity

The global space business is gradually opening to commercial activity beyond satellite communications. NASA's efforts to sponsor and, eventually, rely upon commercial launch services to low Earth orbit is one driver of this trend, but so are the growing popularity of applications based on data delivered by satellites; the development of new, cheaper technologies for getting to and operating in space; and the interest of serious researchers and investors in space tourism, space mining, satellite refuelling and maintenance services, space debris management, and the collection of solar energy in space for use on Earth.

Some of these ideas may prove fanciful, but others may be visionary and produce tremendous profits for their proponents and for the countries in which those proponents operate. The R&D support recommended previously will help stimulate development of the most promising proposals, but it is impossible to know with certainty whether a notion that appears unrealistic today might lead to tomorrow's breakthrough. Without endorsing specific speculative projects, public policies and programs can create the conditions for entrepreneurs and researchers to test and pursue creative approaches and, in so doing, jump-start Canada's private sector space activity at a time when the global commercial space business is gaining momentum.

Commercial space: present and future

For-profit private sector space activity, although still relatively modest in scale, is on the rise. Examples include:

In Canada, exactEarth, a subsidiary of COM DEV, has developed an automatic identification system (AIS) data service using microsatellite and nanosatellite technology. It can be used to monitor ship traffic and fishing in waters beyond coastal areas. This technology has a large potential market with surveillance and maritime security authorities, as well as shipping companies interested in better tracking their fleets. Recently, the Department of National Defence began using exactEarth's AIS to provide real-time intelligence and security data to the Canadian Forces.

Solaren Corporation of the United States is currently developing a space solar power satellite system that would generate electricity from solar panels in orbit and beam it down to a receiving station on Earth using microwaves. Space-based solar panels have the advantage of being able to generate power continuously without interruptions due to night, cloud cover, or wind variances, while avoiding filtering effects from atmospheric gases. The company has already signed a contract with Pacific Gas and Electric Company, a large electricity transmission utility in California, to supply about 1,700 GWh of electricity per year for 15 years, or the amount used annually by some 250,000 homes. The cost of the electricity is expected to be competitive with that of other renewable sources. Solaren aims to begin delivering electricity by 2016.

Virgin Galactic of the United Kingdom plans to provide suborbital spaceflights to space tourists, suborbital launches for space science missions and orbital launches of small satellites. Further in the future, it hopes to offer orbital and transcontinental human spaceflights.

To date, more than 540 customers have each placed deposits toward a ticket priced at \$200,000 for a two-hour ride on Virgin Galactic's spacecraft, called SpaceShipTwo. The company aims to start launching space tourists to the edge of space by the end of 2013, pending the success of rocket-powered test flights.

It is recommended that where costs are modest and there is no risk to public safety, the government create conditions conducive to the expansion of space-related commercial activity.

A variety of measures will help to create such conditions, and those measures will need to evolve together with space technologies and business dynamics. Measures worth immediate consideration include:

- Intensifying efforts to secure geostationary orbital slots for Canadian-owned satellites. Because space is treated as a global commons, only the government can negotiate access to these slots and make them available to private firms.
- Simplifying regulatory regimes that cover high-altitude testing, suborbital and orbital launches, and human spaceflight. These regimes need to address the inherent risks associated with such activities, but some recalibration may be appropriate in light of technological advances and the desire to encourage safe experimentation.
- Making public infrastructure – from CSA and NRC laboratories in major cities to little-used runways in isolated locations – available at modest cost to companies for the purposes of safely testing new space-related technologies.
- Adopting an open data policy for non-security-sensitive raw data generated by publicly owned satellites, particularly those involved in Earth observation. This policy would be consistent with global trends and Canada's Action Plan on Open Government, and would allow creative individuals and companies to add value and generate economic activity by developing and selling a range of applications.
- Extending the favourable tax treatment currently afforded to investors in flow-through shares of mineral exploration companies to investors in commercial activity in space, whether or not that activity is mining-related. While this measure is unlikely to result in significant uptake in the short term, it has the potential to encourage private sector efforts over the long term.
- Negotiating bilateral sectoral agreements that increase the access of the Canadian space industry to global markets, including procurements by governments abroad, consistent with recommendation 8 in the companion volume on aerospace. Such agreements would help ensure that the application of any exceptions from normal international trade rules is carefully limited to space-related products and technologies that are genuinely security-sensitive.



Chapter 3.4

Next steps for the Canadian Space Agency

The CSA was created in 1989, pursuant to a recommendation made by the 1967 Chapman Report, which laid the groundwork for Canada's space program. The CSA's responsibilities, as laid out in the *Canadian Space Agency Act*, are very broadly defined.

Another 23 years have passed, and this report makes recommendations that will mean significant change for the CSA. Reflecting the experience of the last two and a half decades, the maturation of the Canadian space sector, and the evolution of the global space business, these recommendations will bring greater clarity to the CSA's core mandate.

If these recommendations are fully implemented, the CSA will focus on:

- Providing advice and support to the Minister of Industry, the Canadian Space Advisory Council, and the deputy minister-level Space Program Management Board, for which the President of the CSA will act as Vice-Chair.
- Acting as a technical advisor to project-specific committees and to Public Works and Government Services Canada in the context of major space procurements, as well as to government departments and agencies more generally on the uses of space assets and data.
- Negotiating cooperation agreements with other countries' space agencies and coordinating Canada's participation in international space projects.
- Co-managing, with the NRC, the allocation of increased funding in support of space technology development, as well as conducting its own research in collaboration with industry and academia.
- Continuing to operate public space assets and associated ground infrastructure in its inventory.
- Running the Canadian astronaut program.

In addition, consistent with recommendation 15 in the companion volume, *Beyond the Horizon: Canada's Interests and Future in Aerospace*, the CSA will help to promote space-related studies and careers among Canada's youth.

Better delineated roles for the CSA mean that it will not, itself, be a policy-making body, nor, as a rule, will it be directly involved in designing and manufacturing space assets purchased by the government.

A clear mission helps ensure the success of any organization. The CSA will benefit from having a well-defined mandate, as well as the right number of staff, with the right mix of competencies, to deliver that mandate.

Conclusion

Human endeavours in space have shifted increasingly from a focus on exploration to practical applications and commercial activity. For the foreseeable future, nation-states will remain the largest clients for space ventures – including scientific discovery, Earth observation, and the provision of public services – but more and more, they will be joined by companies selling space-related activities and services at a profit.

Technological advances, primarily in the capabilities of satellites, have made space indispensable to the functioning of contemporary societies. Space-based assets make life on Earth more productive, prosperous, safe, and interesting. The value of space activity – both in commercial terms and in its contribution to the public good – will multiply in the future.

It is essential that Canada capitalize on its strengths in space and position its space sector to be at the forefront of what has become an international race for new ways to turn space to public advantage and private gain. Not to do so is to forfeit opportunities that can never be regained. Our national interests, including in the North and along our security perimeter, demand a range of space-based equipment and applications. Our space firms should be marketing cutting-edge designs and services to the world. Our economy should be benefiting from the rewarding jobs, investment opportunities, and technological innovations and spinoffs that come with space projects. And our researchers and youth should be inspired by the potential to contribute to fundamental knowledge and the betterment of humankind through space-related studies and careers.

Taking advantage of these opportunities requires, first and foremost, that clear priorities for the Canadian Space Program be established at the highest levels. Only then can the creative energies and resources of government agencies, industry, and the academic and research communities be effectively channelled. Robust management structures and plans are required to efficiently marshal efforts in support of these priorities. A carefully calibrated approach to public procurements must be used to balance emphasis on fostering the technological and commercial capacities of Canada's space sector with value-for-money considerations. And the competitive spirit of the Canadian space industry must be as great as its manifest ingenuity.

Canada has already accomplished great things in space. Renewed clarity of purpose and focused administration will allow us to eclipse even those successes. For the sake of future generations of Canadians, it's time to reach higher.



Appendix A

List of research reports

The research reports listed below were commissioned by the Aerospace Review to provide information and advice on key issues. The complete text of these reports may be found on the Review's website, aerospacereview.ca, under "Research and Consultations."

These reports are available only in the language submitted, and are not subject to official languages, privacy, or accessibility requirements.

The Aerospace Review is not responsible for the accuracy, reliability, or currency of the information supplied by external sources. Users wishing to rely upon this information should consult directly with the authors.

Aerospace Export and Domestic Controls Review, by Advantage Trade Controls Ltd.

Aerospace Small and Medium Sized Enterprises Financing, by Patrick Hum, MBA Candidate, Queen's University

Approaches to In-service Support (ISS), Optimized Weapon System Support (OWSS) and Single Point of Accountability (SPA), by Cogint

Brazil, Russia, India and China Governments' Aerospace Strategies and National Policies: Implications to Canada's Aerospace Industry, by Pravco Aviation Review L.L.C.

Canada's Aerospace Industry: The Impact of Key Global Trends, by the Conference Board of Canada

Canada's Space Sector: The Essential Enabler of Canada's Northern Strategy, by Norstrat Consulting

Current and Future Human Capital Needs in the Aerospace Industry and Strategies for Harnessing the Potential Workforce, by Prism Economics and Analysis

Defence Industrial Policy Approaches and Instruments, by Ugurhan Berkok, Christopher Penney and Karl Skogstad, Queen's University

International Overview of Space Governance and Policies for the Canadian Aerospace Review, by Euroconsult

Policies and Programs of Canadian Provinces and Territories: Mechanisms to Support SMEs and Established Aerospace Firms, by Acacia Policy Consulting Inc.

R&D Support for the Aerospace Industry: A Study of Eight Countries and One Region, by Dr. Jorge Niosi, Université du Québec à Montréal

A Report on the Development of a National Space Infrastructure to Support the Global Competitiveness of the Canadian Space Industry, by Lansdowne Technologies Inc.

A Research Assessment Report on Integrated Technology Demonstration and the Role of Public Policy, by Dr. Jeff Xi, Ryerson Institute for Aerospace Design and Innovation

Sectoral Structure Analysis, by PricewaterhouseCoopers

The State of the Canadian Space Sector, by Hickling Arthurs Low

Strategies for Attracting and Retaining a Skilled Workforce in a Cyclical Industry, by John O'Grady Consulting Ltd.

Appendix B

List of submissions

Written submissions were received by the Aerospace Review from the organizations and individuals listed below. The complete text of these submissions may be found on the Review's website, aerospacereview.ca, under "Research and Consultations."

These submissions are available only in the language submitted, and are not subject to official languages, privacy, or accessibility requirements.

The Aerospace Review is not responsible for the accuracy, reliability, or currency of the information supplied by external sources. Users wishing to rely upon this information should consult directly with the authors.

BlackBridge	de Carufel, Guy
Canada 2020	DreamSpace Group
Canadian Alumni of the International Space University	Gedex
Canadian Association of Defence and Security Industries	International Association of Machinists and Aerospace Workers
Canadian Auto Workers	ISR Technologies
Canadian Nanosatellite Workshop	JMJ Aerospace
Canadian Satellite Design Challenge Management Society	Lark, Eva-Lane
Canadian Space Commerce Association	Montréal International
Canadian Space Society	Prentice, Barry E.
COM DEV International	SAR Corporation
	Space 1 Systems
	Telesat

Appendice B

Liste des mémoires

Des mémoires écrits ont été reçus par l'Examen de l'aérospatiale de la part des organisations et des personnes énumérées ci-après. Le texte complet de ces mémoires peut être consulté sur le site Web de l'Examen (examen.aerospatiale.ca), dans la section « Recherche et consultations ».

Ces mémoires sont disponibles seulement dans la langue dans laquelle ils ont été soumis. Ils ne sont pas assujettis aux exigences relatives aux langues officielles, à la protection des renseignements personnels ou à l'accessibilité.

L'Examen de l'aérospatiale n'est pas responsable de l'exactitude, de la fiabilité ou de l'actualité de l'information fournie par des sources externes. Les lecteurs qui souhaitent utiliser cette information devraient consulter directement les auteurs.

Association des anciens étudiants canadiens de l'Université internationale de l'espace	de Carufel, Guy
Association des industries canadiennes de défense et de sécurité	DreamSpace Group
Association internationale des machinistes et des travailleurs et travailleuses de l'aérospatiale	Gedex
BlackBridge	ISR Technologies
Canada 2020	JMJ Aéronautique
Canadian Nanosatellite Workshop	Lark, Eva-Lane
Canadian Satellite Design Challenge	Montréal International
Canadian Space Commerce Association	Prentice, Barry E.
Canadian Space Society	SAR Corporation
COM DEV International	Space 1 Systems
	Telesat
	Travailleurs et travailleuses canadiens de l'automobile

Appendice A

Liste des rapports de recherche

Les rapports de recherche répertoriés ci-après ont été commandés dans le cadre de l'Examen de l'aérospatiale pour obtenir de l'information et des avis sur des questions clés. La version intégrale de ces rapports se trouve sur le site Web de l'Examen (examen.aerospatiale.ca), dans la section « Recherche et consultations ».

Ces rapports sont disponibles seulement dans la langue dans laquelle ils ont été soumis. Ils ne sont pas assujettis aux exigences relatives aux langues officielles, à la protection des renseignements personnels ou à l'accessibilité. L'Examen de l'aérospatiale n'est pas responsable de l'exactitude, de la fiabilité ou de l'actualité de l'information fournie par des sources externes. Les lecteurs qui souhaitent utiliser cette information devraient consulter directement les auteurs.

Aerospace Export and Domestic Controls Review, Advantage Trade Controls Ltd.

Aerospace Small and Medium Sized Enterprises Financing, Patrick Hum, candidat au MBA, Université Queen's

Approaches to In-service Support (ISS), Optimized Weapon System Support (OWSS) and Single point of Accountability (SPA), Cogint

Brazil, Russia, India and China Governments' Aerospace Strategies and National Policies: Implications to Canada's Aerospace Industry, Pravco Aviation Review L.L.C.

Canada's Aerospace Industry: The Impact of Key Global Trends, Conference Board du Canada

Canada's Space Sector: The Essential Enabler of Canada's Northern Strategy, Norstrat Consulting

Current and Future Human Capital Needs in the Aerospace Industry and Strategies for Harnessing the Potential Workforce, Prism Economics and Analysis

Defence Industrial Policy Approaches and Instruments, Ugurhan Berkok, Christopher Penney et Karl Skogstad, Université Queen's

International Overview of Space Governance and Policies for the Canadian Aerospace Review, Euroconsult

Policies and Programs of Canadian Provinces and Territories: Mechanisms to Support SMEs and Established Aerospace Firms, Acacia Policy Consulting Inc.

R&D Support for the Aerospace Industry: A Study of Eight Countries and One Region, Jorge Niosi, Université du Québec à Montréal

A Report on the Development of a National Space Infrastructure to support the Global Competitiveness of the Canadian Space Industry, Lansdowne Technologies Inc.

A Research Assessment Report on Integrated Technology Demonstration and the Role of Public Policy, FengFeng Xi, Ryerson Institute for Aerospace Design and Innovation

Sectoral Structure Analysis, PricewaterhouseCoopers

The State of the Canadian Space Sector, Hickling Arthurs Low

Strategies for Attracting and Retaining a Skilled Workforce in a Cyclical Industry, John O'Grady Consulting Ltd.

L'activité humaine dans l'espace privilégie de plus en plus les applications pratiques et l'activité commerciale au détriment de l'exploration. Dans un avenir prévisible, les États-nations demeureront les principaux clients des projets spatiaux, notamment pour la découverte scientifique, l'observation de la Terre et les services publics. Toutefois, un nombre croissant d'entreprises vendant à profit des activités et services spatiaux leur emboîteront le pas.

L'espace est devenu indispensable au fonctionnement des sociétés contemporaines en raison des progrès technologiques, principalement en ce qui concerne la capacité des satellites. Les actifs spatiaux rendent la vie sur Terre plus productive, prospère, sûre et intéressante. La valeur de l'activité spatiale – sur le plan commercial et grâce à sa contribution au bien public – augmentera rapidement dans les années à venir.

Le Canada doit absolument exploiter ses forces dans le domaine spatial et s'assurer que son secteur spatial est dans le peloton de tête de ce qui est devenu une course internationale en vue de trouver de nouveaux moyens d'utiliser l'espace pour procurer un avantage à la population et des gains au secteur privé, sans quoi il renoncerait à des possibilités qui ne se représenteront jamais. Nos intérêts nationaux, notamment dans le Nord et le long de notre périmètre de sécurité, exigent un éventail d'applications et d'équipements spatiaux. Nos entreprises spatiales devraient vendre au monde entier des services et des concepts de pointe. Notre économie devrait tirer parti des emplois de qualité, des possibilités d'investissements ainsi que des innovations technologiques et des retombées des projets spatiaux. En outre, nos chercheurs et nos jeunes devraient être motivés par la possibilité de contribuer aux connaissances fondamentales et à l'amélioration de la condition humaine en étudiant ou en faisant carrière dans le domaine spatial.

Pour tirer parti de ces possibilités, il faut avant tout établir clairement les priorités aux plus hauts niveaux pour le Programme spatial canadien, après quoi les énergies créatrices et les ressources des organismes gouvernementaux, de l'industrie et des milieux académique et de la recherche pourront être utilisées comme il se doit. Des structures de gestion et des plans solides sont nécessaires pour bien canaliser les énergies à l'appui de ces priorités. Une démarche d'approvisionnement public soigneusement élaborée s'impose pour trouver un juste milieu entre l'importance accordée au renforcement des capacités technologiques et commerciales du secteur spatial canadien et les considérations relatives à l'optimisation des ressources. De plus, l'esprit concurrentiel de l'industrie spatiale canadienne doit être à la hauteur de son ingéniosité manifeste.

Le Canada a déjà accompli de grandes réalisations dans l'espace. En redéfinissant clairement ses objectifs et en adoptant une gestion ciblée, il pourra même se surpasser. Pour le bien des générations futures de Canadiens, il est temps d'atteindre de nouveaux sommets.

Prochaines étapes pour l'Agence spatiale canadienne

Chapitre 3.4

L'Agence spatiale canadienne a été créée en 1989, conformément à une recommandation formulée dans le rapport Chapman de 1967, qui jetait les bases du Programme spatial canadien. Les responsabilités de l'Agence, énoncées dans la *Loi sur l'Agence spatiale canadienne*, sont définies en des termes très généraux.

Vingt-trois années se sont écoulées, et le présent rapport renferme des recommandations qui se traduiront par d'importants changements pour l'ASC. Compte tenu de l'expérience des 25 dernières années, du développement du secteur spatial canadien et de l'évolution de l'industrie spatiale mondiale, ces recommandations clarifieront le mandat principal de l'ASC.

Si ces recommandations sont mises en œuvre intégralement, l'ASC concentrera ses efforts sur ce qui suit :

- Fournir des avis et un soutien au ministre de l'Industrie, au conseil consultatif canadien dans le domaine spatial et au conseil de gestion du programme spatial formé de sous-ministres, dont le vice-président sera le président de l'ASC.
- Faire office de conseiller technique auprès des comités de gestion de projet et de TPSCG dans le contexte des grands achats dans le domaine spatial, ainsi qu'auprès des ministères et organismes gouvernementaux de façon plus générale sur les utilisations des données et actifs spatiaux.
- Négocier des accords de collaboration avec les agences spatiales d'autres pays, et coordonner la participation du Canada à des projets spatiaux internationaux.
- Gérer, en collaboration avec le CNRC, l'allocation du financement accru à l'appui du développement de la technologie spatiale ainsi qu'effectuer ses propres recherches en collaboration avec l'industrie et les institutions académiques.
- Continuer d'exploiter les actifs spatiaux publics et l'infrastructure terrestre connexe dont elle a la charge.
- Diriger le Programme des astronautes canadiens.

Par ailleurs, conformément à la recommandation n° 15 du volume complémentaire, *Au-delà de l'horizon : les intérêts et l'avenir du Canada dans l'aérospatiale*, l'ASC aidera à encourager les jeunes Canadiens à poursuivre des études et à faire carrière dans le secteur spatial.

Un meilleur encadrement du rôle de l'ASC signifie que celle-ci ne sera pas une organisation définissant des orientations de politiques et que, de manière générale, elle ne participera pas directement à la conception ou à la fabrication des actifs spatiaux achetés par le gouvernement.

Toute organisation investie d'une mission claire est vouée au succès. L'ASC tirera parti d'un mandat bien défini et d'un nombre adéquat d'employés possédant le bon ensemble de compétences pour mener à bien ce mandat.

Il est recommandé que, lorsque les coûts sont modiques et qu'il n'existe aucun risque pour la sécurité publique, le gouvernement crée des conditions propices à l'expansion de l'activité commerciale dans le domaine spatial.

- Diverses mesures aideront à créer ces conditions. Elles devront évoluer en même temps que les technologies spatiales et la dynamique du secteur. Les mesures qui valent la peine d'être envisagées immédiatement sont les suivantes :
- Redoubler d'efforts pour obtenir des créniaux orbitaux géostationnaires pour les satellites appartenant à des intérêts canadiens. Comme l'espace est considéré comme un patrimoine mondial, seul le gouvernement peut négocier l'accès à ces créniaux et les mettre à la disposition d'entreprises privées.
 - Simplifier les régimes de réglementation qui couvrent les essais en haute altitude, les lancements suborbitaux et orbitaux et les vols spatiaux habités. Ces régimes doivent atténuer les risques inhérents à ces activités, mais un certain rajustement peut être utile en fonction des progrès technologiques et du désir d'encourager une expérimentation sécuritaire.
 - Mettre l'infrastructure publique, que ce soit les laboratoires de l'ASC et du CNRC dans de grandes villes ou les pistes peu utilisées dans des endroits isolés, à la disposition des entreprises à un coût modeste afin qu'elles puissent tester en toute sécurité de nouvelles technologies spatiales.
 - Adopter une politique sur l'accès ouvert aux données brutes non sensibles sur le plan de la sécurité qui sont produites par les satellites appartenant à des intérêts publics, en particulier ceux voués à l'observation de la Terre. Cette politique serait conforme aux tendances mondiales et au Plan d'action du Canada pour un gouvernement ouvert, et permettrait aux personnes et entreprises créatives d'ajouter de la valeur et de générer une activité économique en développant et en vendant une variété d'applications.
 - Étendre le traitement fiscal préférentiel dont jouissent actuellement ceux qui investissent dans des actions accreditives d'entreprises d'exploration minière à ceux qui investissent dans l'activité commerciale spatiale, qu'elle soit ou non associée à l'exploitation minière. Même s'il est probable que peu de personnes se prévalent de cette mesure à court terme, elle pourrait encourager les efforts du secteur privé à long terme.
 - Conclure des ententes sectorielles bilatérales qui accroissent l'accès de l'industrie spatiale canadienne aux marchés mondiaux, notamment aux achats des gouvernements à l'étranger, conformément à la recommandation n° 8 du volume complémentaire sur l'aérospatiale. Ces ententes permettraient de veiller à ce que l'application de toute exemption aux règles commerciales internationales normales soit strictement limitée aux technologies et produits spatiaux réellement critiques pour la sécurité.

L'évaluation des propositions devrait être effectuée conjointement par l'ASC et le CNRC, qui possède une expertise en ce qui a trait à la recherche industrielle et à l'offre d'aide aux petites et moyennes entreprises pour qu'elles développent des technologies qui présentent un potentiel élevé de commercialisation et de vente sur les marchés mondiaux. Une collaboration plus officielle entre les responsables des programmes du CNRC et ceux des programmes de développement technologique de l'ASC devrait également être envisagée.

Recommandation n° 8 : Encouragement de l'activité spatiale commerciale

L'industrie spatiale mondiale s'ouvre petit à petit aux activités commerciales autres que les télécommunications par satellite. Les efforts déployés par la NASA pour stimuler le développement des services commerciaux de lancement en basse orbite et en devenir client éventuel constituent un élément moteur de cette tendance, tout comme la popularité croissante des applications reposant sur les données satellitaires, le développement de nouvelles technologies meilleur marché pour lancer des actifs dans l'espace et les exploiter, ainsi que l'intérêt de chercheurs et investisseurs sérieux pour le tourisme spatial, l'exploitation minière dans l'espace, les services de ravitaillement en carburant et d'entretien des satellites, la gestion des débris spatiaux et la récupération de l'énergie solaire dans l'espace aux fins d'utilisation sur Terre.

Bien que certaines de ces idées puissent s'avérer extravagantes, d'autres pourraient être visionnaires et produire d'énormes avantages pour leurs promoteurs et les pays où ils exercent leurs activités. Le soutien à la R-D recommandée ci-dessus aidera à encourager le développement des propositions les plus prometteuses, mais il est impossible de savoir avec certitude si une idée qui semble irréaliste aujourd'hui pourra donner lieu à une percée demain. Sans approuver des projets théoriques particuliers, les politiques et programmes publics peuvent créer les conditions pour que les entrepreneurs et les chercheurs mettent à l'essai et adoptent des approches créatives et, ce faisant, donnent une impulsion à l'activité du secteur spatial privé canadien à un moment où les affaires dans l'espace commerciale prennent de l'ampleur.

L'espace commercial d'aujourd'hui et de demain

Quoique relativement modeste, l'activité spatiale privée a but lucratif prend de l'expansion. En voici quelques exemples : Au Canada, exactearth, une filiale de COM DEV, a mis au point un service de données de système d'identification automatique (SIA) utilisant la technologie des microsatellites et des nanosatellites. Il peut être utilisé pour surveiller le transport maritime et les pêches au-delà des eaux côtières. Il existe un vaste marché potentiel pour cette technologie, puisqu'elle pourrait intéresser les responsables de la surveillance et de la sécurité maritime ainsi que les sociétés de transport maritime qui souhaitent assurer un meilleur suivi de leur flotte. Récemment, le ministère de la Défense nationale a commencé à utiliser le SIA d'exactearth pour fournir des renseignements et des données en temps réel sur la sécurité aux Forces canadiennes.

La société américaine Solaren développe actuellement un système de satellites qui produira de l'électricité à partir de panneaux solaires en orbite et la renverra sur Terre à une station de réception sous forme de micro-ondes. Les panneaux solaires spatiaux ont l'avantage de pouvoir produire de l'énergie sans interruption attribuable à la nuit, à la couverture nuageuse ou aux variations du vent, tout en évitant les effets filtrants des gaz atmosphériques. L'entreprise a déjà conclu un contrat avec Pacific Gas and Electric Company, important service public de transport d'électricité en Californie, en vue de fournir environ 1 700 GWh par an pendant 15 ans, soit assez d'électricité pour alimenter chaque année quelque 250 000 foyers. Le coût de l'électricité devrait être concurrentiel par rapport à celui d'autres sources renouvelables.

Solaren a l'intention de commencer à fournir l'électricité dès 2016.

Au Royaume-Uni, Virgin Galactic entend offrir des vols spatiaux suborbitaux à des touristes de l'espace, des lancements suborbitaux pour des missions scientifiques spatiales et des lancements orbitaux de petits satellites. Dans un avenir plus lointain, elle espère offrir des vols spatiaux habités orbitaux et transcontinentaux.

À ce jour, plus de 540 clients ont versé chacun un acompte sur un billet évalué à 200 000 \$ pour faire un tour de deux heures à bord de SpaceShip Two, avion spatial de Virgin Galactic. L'entreprise s'est fixé comme objectif de commencer à envoyer des touristes aux confins de l'espace dès 2013, si les vols d'essai de l'avion-fusée sont concluants.

Étant donné l'importance de l'innovation pour la viabilité à long terme du secteur et l'ampleur des investissements d'autres pays dans la R-D spatiale, le niveau de soutien à ces activités doit être augmenté et protégé.

Il est recommandé que le financement total alloué aux activités de développement technologique de l'Agence spatiale canadienne soit augmenté de 10 millions de dollars par an au cours des trois prochaines années, puis qu'il soit maintenu à ce niveau.

Programme de développement des technologies spatiales

Le Programme de développement des technologies spatiales (PDTS) offre un soutien financier à l'industrie et au milieu académique pour stimuler l'innovation, améliorer la compétitivité du secteur spatial canadien et poursuivre le développement de technologies qui pourraient être requises pour de futures missions spatiales canadiennes.

Pendant les 10 dernières années, le PDTS a appuyé le développement d'une cinquantaine de nouvelles technologies, allant des matériaux en fibres de carbone autogénérateurs aux systèmes automatisés de vision permettant l'inspection de la navette spatiale.

Par exemple, ABB de Québec a reçu 500 000 \$ du PDTS pour développer un interféromètre miniature (appelé MINIT), instrument qui module la lumière incidente de manière à permettre une analyse plus détaillée d'une scène en observation. Cette technologie peut être utilisée dans un large éventail d'applications, notamment les instruments de télédétection pour la surveillance de l'environnement, de la défense et de la sécurité ainsi que les analyseurs industriels. Grâce à d'autres activités de recherche-développement portant sur cette technologie, ABB a développé une nouvelle famille d'analyseurs industriels à haut rendement et à faible coût vendus en grand nombre sur les marchés étrangers.

- Lorsque des fonds publics sont dépensés dans le but de stimuler des technologies novatrices, il importe que le soutien cible les secteurs les plus aptes à améliorer la compétitivité de l'industrie et à contribuer à la croissance de l'économie. À cette fin, les critères de financement de la R-D spatiale devraient accorder la préférence aux propositions qui :
- respectent les priorités du Programme spatial canadien approuvées par le Cabinet;
- sont présentées par des consortiums regroupant l'industrie et des institutions académiques qui ont signé des ententes de partage de la propriété intellectuelle;
- prévoient une démonstration de technologie ainsi qu'une R-D fondamentale;
- incluent un solide plan d'affaires démontrant comment les activités proposées de développement de technologie déboucheront sur des produits et services commercialement viables et exportables;
- ont un plan de gestion de projet clairement formulé, qui prévoit idéalement un certain partage des dépenses et des risques par les promoteurs.

La moitié de la hausse de financement recommandée devrait provenir d'une réaffectation des économies réalisées par suite du resserrement des critères du crédit d'admissibilité au programme de RS&DE, et l'autre moitié devrait être réaffectée des secteurs d'activité de l'ASC qui seront moins actifs par suite des recommandations formulées

Balions scientifiques de haute altitude

L'ASC travaille en partenariat avec le Centre national d'études spatiales (l'agence spatiale française) et des administrations municipales afin de construire et d'exploiter une base à Timmins, en Ontario, à partir de laquelle des ballons scientifiques de haute altitude pourront être lancés. Les ballons peuvent emporter jusqu'à 1,5 tonne de matériel dans la stratosphère – à une altitude d'environ 40 kilomètres – pour recueillir des données sur l'environnement et l'atmosphère, ainsi que pour observer l'espace à l'aide de télescopes. Cette base de lancement offrira des possibilités rentables d'effectuer des recherches et de former la prochaine génération de chercheurs et d'ingénieurs dans le domaine spatial. Les préparatifs en vue du premier lancement devraient avoir lieu en 2013.

Chapitre 3.3

Stimuler la capacité technologique et commerciale

Bien que l'approvisionnement public contribue grandement à l'innovation et à la position concurrentielle du secteur spatial canadien, il ne constitue pas le seul outil à la disposition du gouvernement pour aider le secteur à prospérer. En fait, à mesure que les progrès technologiques et les tendances mondiales rendent l'espace de plus en plus viable sur le plan commercial, les politiques et programmes gouvernementaux devraient davantage viser à créer un environnement qui aide les entreprises spatiales canadiennes à réussir non pas seulement dans le contexte des approvisionnements gouvernementaux, mais aussi sur le marché mondial.

Ce succès dépendra du perfectionnement continu des technologies et du développement de nouvelles technologies qui anticipent et comblient les besoins des clients des secteurs public et privé au Canada et à l'étranger. Il faudra également des conditions propices à la créativité et à l'expérimentation par les entrepreneurs et les chercheurs.

Recommandation n° 7 : Soutien au développement technologique

Le gouvernement joue un rôle crucial dans la stimulation de l'innovation grâce au financement de la R-D. C'est l'une des raisons pour lesquelles le budget de 2012 a resserré les règles d'admissibilité au programme d'encouragements fiscaux pour la recherche scientifique et le développement expérimental (R&S&DE) en faveur d'un soutien plus direct à des idées et projets prometteurs. Ce soutien est particulièrement important dans un secteur comme l'espace, où l'avantage concurrentiel et l'avantage technologique sont si étroitement liés. Les principaux programmes fédéraux ciblant la R-D appliquée dans le secteur spatial canadien sont le Programme de développement des technologies spatiales (PDTS) et le Programme de développement d'applications en observation de la Terre (PDAT) de l'ASC. Au fil des ans, la proportion de financement consacré au PDTS par l'ASC a diminué à mesure que les budgets ont été réduits et que les ressources ont été réaffectées à d'autres activités : l'Agence octroyait à ce programme un financement annuel de 10 à 20 millions de dollars entre 2003 et 2010, pour le ramener à 4 millions en 2011-2012. Le financement du PDAT est demeuré relativement stable pendant la même période, soit environ 5 millions de dollars par an.

[traduction] « Sans les nouvelles technologies, les liens entre les universités de différents pays et les travailleurs d'unement qualifiés passant des universités aux laboratoires de [recherche-développement] industriels puis aux programmes de vol, les entreprises canadiennes finiront par ne plus être à la fine pointe et elles perdront leur raison d'être et leur compétitivité sur la scène mondiale. La compétitivité du secteur repose sur une solide capacité de recherche dans des groupes ayant une masse critique, qui entretiennent des liens étroits avec l'industrie et le gouvernement. »

Janet E. Halliwell, Tim Barfoot, Kieren Carroll, Gabrielle d'Eleuterio, James Drummond, Gordon Osinski et Andrew Yau, *The Academic Dimensions of Industrial Competitiveness*, rapport de recherche préparé pour le Groupe de travail sur l'espace, juin 2012.

la participation directe d'entreprises et d'établissements de recherche canadiens en tant que responsables de la soumission ou partenaires dans la soumission, d'engagements fermes à acheter les systèmes et composantes à des entreprises canadiennes, et d'investissements dans la recherche et la formation axée sur les compétences technologiques du secteur spatial canadien et son aptitude à développer et à vendre des produits et services au Canada et à l'étranger. La sélection des soumissions devrait tenir compte de cette incidence, ainsi que du coût total de la soumission et de la capacité de répondre aux besoins des utilisateurs.

Lorsque les efforts visant à encourager une concurrence accrue ne portent pas leurs fruits et qu'il n'y a qu'un seul soumissionnaire – peut-être en raison d'exigences particulières du projet ou du nombre limité d'intervenants dans l'industrie –, il faudra peut-être prendre des mesures spéciales pour veiller à ce que les coûts soient raisonnables et que les avantages pour le secteur spatial canadien soient intéressants. Ces mesures peuvent inclure la comparaison du prix de la soumission avec le coût de projets comparables menés dans d'autres pays, ou l'augmentation du seuil de contenu canadien.

Dans tous les cas, le processus d'approvisionnement devrait être dirigé par Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSCG), l'organisme fédéral le plus expérimenté dans les grands achats gouvernementaux. L'ASC devrait fournir des avis techniques à TPSCG, conjointement avec tous les organismes participant au projet, et consulter TPSCG et le fournisseur pendant la conception et la fabrication pour s'assurer que les jalons sont respectés. Dans la plupart des cas, toutefois, l'ASC ne devrait pas participer directement à ces activités de conception et de fabrication. Il faudrait accorder moins d'importance à la surveillance technique continue exercée par l'ASC et se pencher davantage sur l'établissement et le respect des obligations contractuelles des entreprises en ce qui concerne le développement et la livraison des produits. Des pénalités importantes seraient imposées en cas de sous-rendement ou de non-rendement. Il devrait incomber aux entreprises soumissionnaires de proposer et de fournir les biens et les services. Le gouvernement devrait agir comme un client avisé plutôt que comme un superviseur omniprésent.

Ces actifs pourraient inclure des satellites plus petits, qui coûtent une fraction du prix des gros satellites, peuvent être conçus et construits relativement vite et sont de plus en plus en mesure de fournir des données et des services utiles. Même si certaines applications nécessiteront toujours une plus grande plateforme, on peut optimiser l'utilisation des ressources en cas d'achat d'équipement et de services spatiaux en examinant toutes les solutions technologiques et matérielles et en déterminant la combinaison idéale pour chaque projet.

Il sera plus facile de trouver la combinaison optimale si le gouvernement réclame et examine différentes approches chaque fois qu'il envisage un approvisionnement dans le domaine spatial. Dans tous les secteurs, comme l'a constaté le Groupe d'étude sur les politiques en matière de concurrence⁴ en 2008, l'intensité de la concurrence stimule l'innovation et produit de meilleurs résultats à des prix inférieurs pour les clients. C'est vrai non seulement quand les clients sont des citoyens, mais aussi quand le gouvernement fédéral effectue des achats pour le compte de la population canadienne. Même si le nombre de grandes entreprises dans le secteur spatial demeurera toujours relativement petit, étant donné les coûts et les difficultés liés à la conception et à la fabrication des actifs spatiaux, il y a maintenant assez d'intervenants pour créer une saine concurrence en vue de l'obtention des deniers publics consacrés à l'espace.

La concurrence ne doit pas se traduire par un effritement de l'engagement à tirer parti des marchés publics pour renforcer le secteur spatial canadien. Tant que le secteur repose dans une large mesure sur ces approvisionnements, et aussi longtemps que d'autres pays exempteront les achats spatiaux des règles commerciales et les utiliseront pour encourager leurs propres secteurs, les répercussions positives sur l'industrie spatiale et le milieu de la recherche canadiens devraient être prises en compte lorsque des ressources publiques sont utilisées pour acheter des satellites et d'autres équipements et services spatiaux.

Les entreprises spatiales canadiennes ne s'opposent pas à la concurrence tant qu'elle est juste, équilibrée et transparente. En fait, une plus grande concurrence bien gérée devrait profiter à la fois au gouvernement en tant qu'acheteur et au secteur spatial canadien, puisqu'elle stimulera l'innovation et donnera aux entreprises la possibilité d'établir une série de partenariats dans le cadre de la préparation des soumissions.

Il est recommandé que les processus d'approvisionnement en actifs et services spatiaux soient de nature concurrentielle et que les propositions soient évaluées en fonction de leur prix, de leur respect des exigences définies et de leur valeur industrielle et technologique pour le secteur spatial canadien.

Pour maintenir les coûts à un bas niveau, stimuler la créativité et conserver une solide capacité interne, toute entreprise ou tout consortium d'entreprises qui respecte un seuil important de contenu canadien devrait être autorisé à présenter des soumissions pour les contrats fédéraux dans le domaine spatial. Les soumissionnaires devraient être encouragés à proposer des solutions innovatrices afin de répondre aux besoins du gouvernement – ce qui sera plus facile si ces besoins ont été définis à un niveau relativement général, comme il est expliqué dans la recommandation précédente.

Chaque proposition devrait inclure une explication détaillée des avantages industriels et technologiques concrets pour le secteur spatial canadien. Les avantages peuvent découler de

[traduction] « Les approvisionnements du gouvernement dans le domaine spatial devraient reposer sur les besoins à satisfaire ou les problèmes à régler. [...] Une consultation étroite entre l'industrie et le gouvernement sur les besoins des utilisateurs et les capacités de l'industrie devrait avoir lieu d'emblée, avant l'établissement de toute spécification technique. Ce processus permettra à l'industrie de proposer, et au gouvernement d'évaluer, des solutions de rechange pour satisfaire les besoins des utilisateurs, ce qui favorisera l'innovation et réduira les coûts. »

Télesat, mémoire présentée dans le cadre de l'Examen de l'aérospatiale.

4 Groupe d'étude sur les politiques en matière de concurrence, *Foncer pour gagner : rapport final*, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Ottawa, 2008. www.ic.gc.ca/etcc/site/cprp-gepmc.nsf/fra/h_00040.html

Quand les technologies en étaient à leurs balbutiements et que la capacité industrielle canadienne était limitée, cette méthode convenait peut-être. Elle a aidé à développer le secteur spatial canadien et à faire en sorte que le gouvernement obtienne les biens dont il avait besoin. Cependant, les budgets ont été réduits, les technologies ont évolué et la capacité industrielle a augmenté, ce qui justifie la modernisation de notre méthode d'acquisition d'actifs spatiaux.

En général, l'achat d'actifs et de services spatiaux pour des besoins gouvernementaux au Canada prévoyait un appel d'offres restreint et la participation relativement importante de responsables de l'ASC tout au long du processus de conception et de fabrication.

Recommandation n° 6 : Soumissions concurrentielles qui encouragent l'innovation, contrôlent les coûts et renforcent l'industrie canadienne

La portée et la gestion des projets sont essentielles à la réussite d'un programme spatial. Les changements à la portée, la prorogation des échéances ou les ponctions dans les fonds de contingence du projet devraient être approuvés par un fonctionnaire supérieur de la direction ou un sous-ministre.

- définitive des son approbation, sauf si des circonstances extraordinaires justifient une révision ultérieure.
- approuvée par le fonctionnaire supérieur de la direction de tous les organismes participant au financement ou utilisant le bien, par exemple les sous-ministres des ministères fédéraux;
- suffisamment détaillée pour veiller à ce que l'actif fournisse les services requis, mais suffisamment générale pour donner aux soumissionnaires la marge de manœuvre voulue pour proposer un éventail d'approches permettant de répondre à ces besoins. Dans les faits, cela se traduira par des spécifications qui reposeront davantage sur le rendement et seront moins détaillées que celles qui ont été utilisées jusqu'à présent;
- approuvée par le fonctionnaire supérieur de la direction de tous les organismes participant au financement ou utilisant le bien, par exemple les sous-ministres des ministères fédéraux;

La portée du projet devrait être :

Il est recommandé que soit établie le plus tôt possible pendant la phase de définition des projets spatiaux une version définitive de la portée, des délais et des exigences en matière de rendement.

Recommandation n° 5 : Définition rapide de la portée des projets

Comme le développement de pointe, la construction et la mise à l'essai d'actifs spatiaux prennent des années, et que ces actifs sont souvent conçus pour recevoir plusieurs charges utiles à diverses fins, la portée initiale du projet est généralement élargie, ce qui entraîne une hausse des coûts et des retards.

Si l'on veut atteindre ces objectifs, il faut, une fois que le Programme spatial canadien est assorti de priorités et de plans clairs, que la portée de chaque projet soit établie rapidement et que les demandes de propositions incitent à la réduction des coûts, à une plus grande innovation et à la participation d'entreprises et d'établissements de recherche canadiens.

Cela dit, l'approvisionnement public ne peut manifestement pas reposer exclusivement sur le renforcement du secteur spatial national. Il s'agit également de répondre aux exigences opérationnelles des organismes utilisateurs et d'obtenir le meilleur rapport qualité-prix pour les contribuables. Ces trois grands objectifs – le prix, le rendement et la capacité industrielle – sont ceux mentionnés dans le volume complémentaire sur l'aérospatiale lorsqu'il est question des achats publics d'aéronefs.

Quand il s'agit de grands progrès technologiques et de l'établissement de la crédibilité sur le marché, le rôle de l'approvisionnement public demeure crucial. Même si la situation évolue petit à petit, peu d'investisseurs privés sont prêts à assumer les coûts et les risques requis pour créer quelque chose de nouveau pour l'espace, et aucun n'a la capacité du gouvernement pour ce qui est de démontrer le potentiel d'un nouveau produit en obtenant un « historique de vol ».

Chapitre 3.2

Effectuer des acquisitions

Les marchés publics servent de catalyseur au secteur spatial canadien depuis sa création. Comme le gouvernement a toujours été un client important des actifs spatiaux et du savoir-faire dans ce domaine, l'émergence et la croissance de l'industrie spatiale canadienne – et des programmes académiques et de recherche axés sur l'espace – sont étroitement liées aux achats du gouvernement fédéral, que ce soit pour ses propres projets ou pour des initiatives entreprises en collaboration avec les agences spatiales d'autres pays, plus particulièrement la NASA et, dans une moindre mesure, l'ASE.

Cela ne veut pas dire pour autant que le gros des revenus de l'industrie provient directement des gouvernements canadiens; en fait, seulement un cinquième des revenus intérieurs provient directement des gouvernements canadiens, et l'industrie tire la moitié de ses revenus de ses ventes à l'étranger, ce qui en fait l'une des industries les plus axées sur les exportations au monde. Cependant, la plupart des ventes à l'étranger concernent des produits et services éprouvés, en particulier dans les domaines des télécommunications par satellite, de l'observation de la Terre et du traitement de données.

Mise à l'essai des actifs spatiaux

L'espace est un environnement hostile et inhospitalier, qui laisse peu de place à l'erreur. Étant donné les délais et le coût de la mise en place de la technologie dans l'espace, les concepteurs et les acheteurs procèdent par étape, mettant tout d'abord la technologie spatiale à l'essai au sol de manière aussi rigoureuse que possible, puis en testant un petit prototype ou des composantes dans l'espace pour obtenir un « historique de vol ». La deuxième étape de la mise à l'essai est importante, car il peut être très difficile, voire impossible, de prouver sur la terre ferme qu'une technologie fonctionnera sans faille dans l'espace, à un niveau élevé de rendement et pendant un certain nombre d'années, sans qu'il soit nécessaire d'entretenir.

Pour les essais au sol, l'industrie et le gouvernement peuvent entre autres utiliser le laboratoire David-Florida (LDF) de l'Agence spatiale canadienne. Le LDF offre des installations et du matériel spécialisés, ainsi que le personnel de soutien nécessaire pour assembler tout l'engin spatial, ses sous-systèmes et ses grandes composantes, et vérifier leur qualification pour voler dans l'espace.

La phase de l'établissement d'un historique de vol suppose généralement l'obtention d'un vol dans l'espace, souvent en s'associant à une mission spatiale non apparemment. Les gouvernements jouent habituellement un rôle crucial dans l'obtention de ces possibilités grâce à des ententes internationales et à des accords de financement. Le nouvel instrument de détection infrarouge appelé NIRST (pour New Infrared Sensor Technology) est un exemple de technologie associée à l'historique de vol. Il a été mis en orbite en même temps que sept autres instruments lors du lancement d'un satellite argentin en 2011. Le NIRST a pour but de surveiller les températures à la surface de l'océan et des points chauds comme les feux de forêt et les activités volcaniques. Les détecteurs utilisés dans cette technologie ont été mis au point dans le cadre d'un partenariat entre l'Agence spatiale canadienne et l'Institut national d'optique, un établissement québécois.

La formule nationale de financement utilisée pour chaque projet devrait tenir compte de facteurs comme la nature du projet, la capacité et la volonté des utilisateurs éventuels de faire une contribution et la situation financière générale. Des affectations spéciales des coffres de l'État seront peut-être plus appropriées au début du cycle de vie du projet, quand les dépenses à engager risquent de dépasser la capacité de payer des utilisateurs, mais elles devraient diminuer au fil du temps. Cette formule serait conforme au schéma de financement de nombreux types d'infrastructure de base ou de développement.

Dans certains cas, la collaboration internationale sera cruciale pour la concrétisation d'un projet et son succès opérationnel à long terme. Depuis longtemps, le Canada travaille en étroite collaboration avec d'autres pays à des initiatives spatiales, ce qui lui a permis de renforcer sa visibilité et ses relations internationales, de faire reconnaître dans le monde entier les points forts de ses créneaux technologiques et d'avoir accès à des actifs de plusieurs milliards de dollars, comme la Station spatiale internationale et le rover Curiosity envoyé sur Mars, qu'il n'aurait jamais pu développer et fabriquer seul.

Partenariat avec l'Agence spatiale européenne

L'Accord de coopération Canada-Agence spatiale européenne permet aux entreprises spatiales canadiennes d'obtenir des contrats de l'Agence spatiale européenne (ASE) selon le principe du juste retour. Pour chaque dollar versé par le Canada aux programmes de l'ASE, les entreprises spatiales canadiennes peuvent obtenir un dollar en contrats de l'ASE. Cette entente stimule l'innovation technologique et la compétitivité en offrant aux entreprises canadiennes un accès au marché spatial européen et en permettant la mise à l'essai des technologies grâce aux vols spatiaux. Dans l'ensemble, les entreprises canadiennes ont profité ou devraient profiter de 399 millions de dollars en recettes supplémentaires découlant des contrats de l'ASE et du travail de suivi.

Le logiciel de guidage, de navigation et de contrôle destiné aux satellites constitue un exemple de technologie élaborée dans le cadre de l'accord avec l'ASE. Ce logiciel, développé par NCG Aérospatiale, une entreprise du Québec, a été installé sur le satellite Proba-1 de l'ASE. Le logiciel prévoit à quel moment le satellite survolera une cible particulière, puis la place dans une position idéale pour la prise d'images. Avec l'aide de l'ASE, NCG a par la suite développé un logiciel de deuxième génération pour le satellite Proba-2. Ce logiciel permet au satellite de compenser les perturbations environnementales et d'éviter les interférences provenant de la Terre. Grâce à l'ASE, NCG a également eu la possibilité de tester en vol les technologies de guidage, de navigation et de contrôle pour les futures missions d'exploration et d'observation de la Terre. La technologie Proba est maintenant commercialisée au Canada et en Europe.

La réputation du Canada en tant que collaborateur fiable et expérimenté le place dans une position favorable pour renforcer sa collaboration avec :

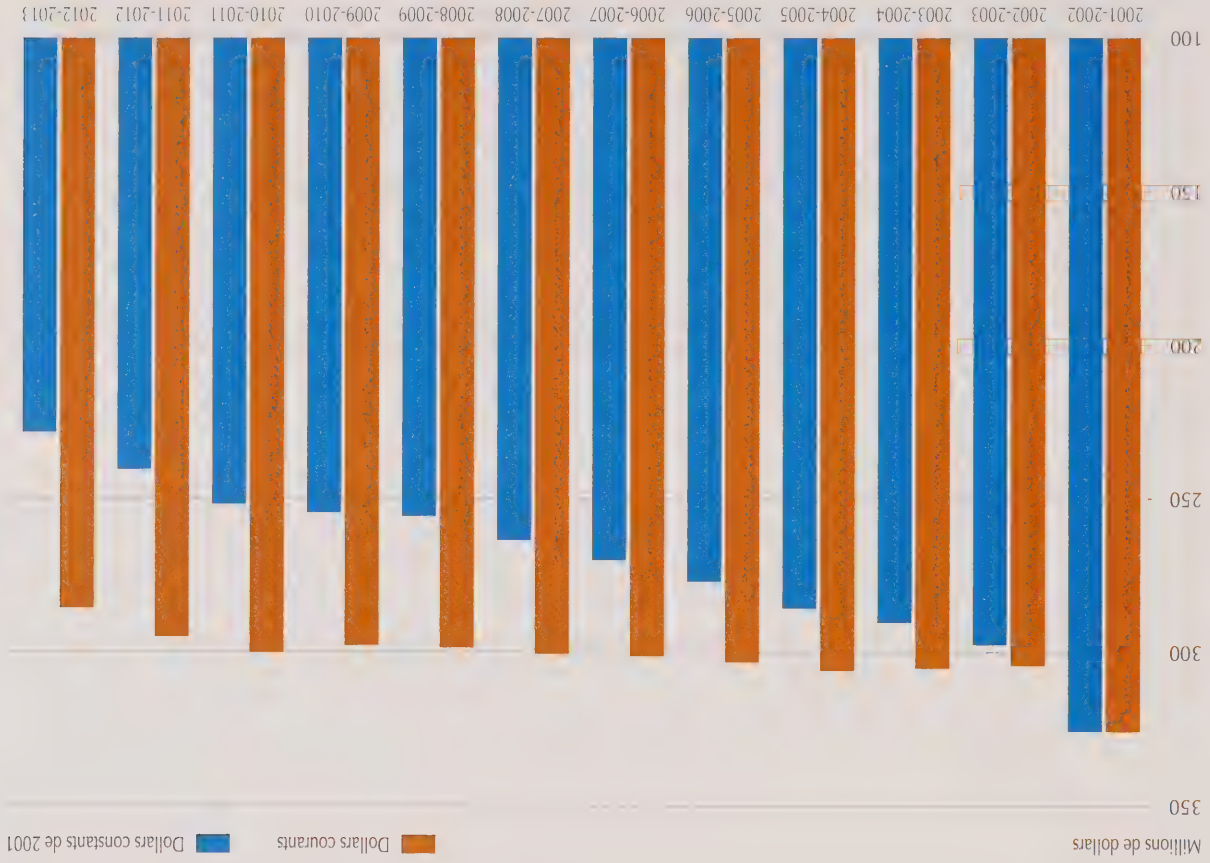
- les partenaires traditionnels que sont la NASA et l'ASE, lesquelles demeurent les plus grandes agences spatiales au monde;
- les nouvelles puissances spatiales (et celles qui regagnent du terrain) comme la Russie, la Chine, l'Inde, le Brésil et le Japon. Lorsque le contrôle des exportations complique la collaboration avec ces pays, des efforts conjoints peuvent cibler les domaines non critiques pour la sécurité;
- les membres du Conseil de l'Arctique, qui partageront probablement les intérêts du Canada pour le développement de satellites, de stations terrestres et d'une capacité de lancement de petits satellites afin d'appuyer le développement économiquement la sécurité des transports, la prestation de services publics et la gestion de l'environnement dans les régions nordiques.

Il est recommandé que le financement de base de l'Agence spatiale canadienne soit stabilisé, en dollars réels, pour une période de 10 ans, qu'on ait recours à plusieurs sources au sein et à l'extérieur du gouvernement fédéral pour financer les grands projets et initiatives dans le domaine de l'espace, et qu'on continue d'accroître la collaboration internationale en vue de partager les coûts et les retombées de ces grands projets et initiatives.

Les sources de financement canadiennes pour les grands projets peuvent inclure :

- l'ASC, dont le budget de base devrait lui permettre de contribuer modestement à chaque grand projet;
- les ministères, organismes et organes de recherche fédéraux qui utiliseront l'actif ou l'initiative pour appuyer l'exécution de leur mandat;
- les gouvernements provinciaux et territoriaux qui utiliseront l'actif ou l'initiative;
- les établissements d'enseignement supérieur et de recherche qui souhaitent utiliser l'actif ou l'initiative comme plateforme de recherche;
- les fabricants ou exploitants de l'actif, dans le cadre d'ententes de partenariat public-privé;
- des affectations spéciales des coffres généraux de l'État, de la même façon que des affectations sont allouées à des projets d'infrastructure comme les ponts et les ports.

Figure 11 : Budget de base de l'Agence spatiale canadienne, de 2001-2002 à 2012-2013



Sources : Agence spatiale canadienne, Statistique Canada.
Note : Le budget de base exclut le financement ponctuel au titre du Plan d'action économique du Canada ou pour les grands projets d'investissement. Les dollars constants de 2001 sont calculés au moyen de l'indice des prix à la consommation, sur la base d'un taux d'inflation annuel de 2 % en 2012. Ils illustrent le pouvoir d'achat de l'Agence spatiale canadienne après prise en compte du coût croissant des produits et services au fil du temps attribuable à l'inflation annuelle.

Il est recommandé que soit créé un conseil de gestion du programme spatial au niveau des sous-ministres afin de coordonner les activités spatiales fédérales, que soient mises en place des ententes propres aux projets pour assurer une gestion rigoureuse, et que tous les ministères et organismes participant au Programme spatial canadien soient obligés de rendre compte de la façon dont ils mettent en œuvre les priorités établies par le Cabinet.

Un conseil de gestion du programme spatial formé de sous-ministres, avec à sa tête le sous-ministre de l'Industrie comme président et le président de l'ASC comme vice-président, devrait être chargé par le greffier du Conseil privé d'assurer la cohérence et la coordination des activités spatiales fédérales une fois que le Cabinet a approuvé les priorités. Le soutien et les avis au Conseil devraient émaner de l'ASC ainsi que des ministères dont relèvent les sous-ministres.

Le conseil devrait pour sa part mettre en œuvre des mesures pour s'assurer que les grands projets sont planifiés et menés à bien de la manière la plus rigoureuse qui soit. Il pourrait, par exemple, mettre en place des comités directeurs responsables d'un projet particulier, composés de représentants de l'ASC, de ministères et organismes fédéraux participant au projet, de gouvernements provinciaux et territoriaux intéressés et d'établissements de recherche. La participation à ces comités directeurs suivrait normalement le principe de l'utilisateur payeur : ceux qui financent un projet devraient avoir leur mot à dire sur la façon dont ce projet est conçu et mis en œuvre.

Pour fournir de l'information sur ces activités aux députés et aux citoyens et renforcer la reddition de comptes, les Rapports sur les plans et les priorités et les Rapports ministériels sur le rendement de l'ASC et de tous les ministères et organismes participant au Programme spatial canadien devraient préciser en détail comment ces organisations mettent en œuvre les priorités du Programme. Il faudrait tenir compte du respect adéquat des engagements dans le secteur spatial au moment d'évaluer le rendement des sous-ministres et des hauts dirigeants concernés.

Structure de gouvernance proposée pour le Programme spatial canadien

Comité gouvernemental		Rôle
Cabinet		Etablir des priorités gouvernementales annuelles, quinquennales et décennales pour le Programme spatial canadien sur l'avis du ministre de l'Industrie
Conseil consultatif canadien dans le domaine spatial		Formuler des avis au ministre de l'Industrie sur les priorités et les plans du Programme spatial canadien
Conseil de gestion du programme spatial formé de sous-ministres		Assurer la cohérence et la coordination des activités spatiales fédérales qui reflètent les priorités établies par le Cabinet

Recommandation n° 4 : Financement prévisible

Dans un domaine où 10 ans peuvent s'écouler entre la conception d'un projet et sa mise en œuvre, des engagements financiers soutenus sont essentiels. L'incertitude budgétaire ne peut qu'amoindrir la valeur et accroître le risque pour les fonds publics, l'industrie privée et le milieu de la recherche.

La stabilité financière requiert la promesse explicite d'un soutien continu tant que les activités et les projets se déroulent comme prévu. Il ne s'agit pas d'un chèque en blanc : si des jalons n'ont pas été respectés, le gouvernement doit être en mesure d'exercer son pouvoir financier en tant qu'acheteur pour exiger un meilleur rendement. Cela ne signifie pas non plus que le gouvernement fédéral devrait assumer lui-même toutes les dépenses : étant donné le coût et la complexité des actifs spatiaux et les avantages de la collaboration, des modèles de financement à payeurs multiples conviendront souvent mieux que les modèles à payeur unique.

À l'intérieur de ces limites, toutefois, la prévisibilité du financement à long terme est essentielle à la gestion efficace et à la réussite d'un programme spatial national.

Il importe que le conseil consultatif apporte des points de vue de l'extérieur du gouvernement et des quatre coins du pays. Il devrait par conséquent être présidé par une personne nommée qui soit neutre et extérieure à la fonction publique, et ses membres devraient inclure :

- des représentants de l'industrie provenant de grandes, moyennes et petites entreprises;
- des représentants des principaux programmes académiques et de recherche dans le domaine spatial;
- des hauts responsables de l'ASC et des ministères et organismes fédéraux ayant des intérêts et des activités dans le domaine spatial, notamment ceux qui utilisent des satellites pour s'acquitter de leur mandat et ceux qui dirigent ou financent de la recherche dans le domaine spatial;
- des hauts responsables des provinces et territoires intéressés par l'utilisation d'actifs spatiaux pour offrir des services dans leur province ou territoire.

Il pourrait être souhaitable que les hauts fonctionnaires participent aux discussions du conseil consultatif en tant que membres d'office, étant donné qu'ils ont à la fois la possibilité et l'obligation de fournir des avis stratégiques aux ministres par d'autres moyens.

The Space Leadership Council of the UK Space Agency

The Space Leadership Council of the UK Space Agency a été créé en réponse à une recommandation formulée par la Space Innovation and Growth Strategy (IGS), stratégie indépendante dirigée par l'industrie. L'IGS, lancée par le ministre des Sciences et de l'Innovation en 2009, a mené à rapport final en 2010 qui définissait une stratégie sur 20 ans pour la croissance future de l'industrie spatiale britannique.

Le conseil est présidé conjointement par l'industrie et le gouvernement et est composé de hauts responsables de l'industrie, du milieu académique et de l'État. Il assume les tâches suivantes :

- *fournir des avis à l'agence spatiale sur son plan de travail et les possibilités futures;*
- *offrir des avis sur les secteurs de l'activité spatiale où le Royaume-Uni devrait chercher à développer et à maintenir un leadership mondial;*
- *promouvoir l'industrie spatiale du Royaume-Uni et son excellence scientifique dans la recherche, la technologie et les applications spatiales.*

Source : UK Space Agency.

Recommandation n° 3 : Gouvernance et mise en œuvre rigoureuses

L'orientation générale n'est utile que si elle est mise en œuvre adéquatement. Étant donné que les projets spatiaux sont compliqués et qu'ils présentent souvent des innovations sur le plan technologique, ils comportent un risque de faux départ et de détours inattendus. On sait par expérience que les grands projets spatiaux au Canada et à l'étranger ont souffert de problèmes de gestion, de dépassement de coûts et de non-respect des échéances. Dans un tel contexte, une gouvernance et une planification rigoureuses sont indispensables. Une fois que le Cabinet a montré le chemin à suivre, les ministères et organismes gouvernementaux doivent être bien organisés pour poursuivre dans la même voie.

Même s'il existe de nombreux domaines sur lesquels le gouvernement pourrait souhaiter mettre l'accent dans son premier ensemble de priorités du Programme spatial canadien, les impératifs du développement et de la sécurité dans le Nord devraient presque certainement arriver en tête de liste. Les satellites et l'infrastructure terrestre connexe sont souvent les outils les plus efficaces – et parfois les seuls – pour exploiter l'énorme richesse de la région, surveiller les conditions et répercussions environnementales, permettre les télécommunications entre les collectivités dispersées et la prestation de services de santé et d'éducation à ces collectivités, assurer la sécurité du transport aérien et maritime dans l'Arctique, protéger le périmètre du Nord, et affirmer la souveraineté canadienne. Par ailleurs, le gouvernement devrait examiner, lorsqu'il établit des priorités, les façons de répondre aux besoins du pays en matière de capacité de lancement. Les secteurs public et privé du Canada font déjà face à des retards éventuels et à des coûts supplémentaires alors qu'ils attendent leur tour pour utiliser les lanceurs d'autres pays. L'accès à une capacité de lancement fiable deviendra plus important à mesure qu'on utilisera davantage les actifs spatiaux, notamment les petits satellites, pour répondre aux besoins du pays en matière d'économie, de sécurité et de prestation de services publics. S'il est vrai que le Canada pourrait difficilement assumer seul les coûts associés à la création d'une capacité de lancement, des efforts concertés avec des alliés ou nations proches aux prises avec les mêmes problèmes pourraient constituer un moyen d'assurer que les actifs canadiens se trouveront au début de la file de lancement au cours des décennies à venir.

Enfin, la première série de priorités devrait tenir compte de la façon dont le Canada utilisera pleinement et stratégiquement son droit d'accès aux laboratoires et à l'équipement de la Station spatiale internationale afin de faire avancer la recherche et le développement technologique de pointe au Canada.

Recommandation n° 2 : Conseil consultatif

Les activités spatiales sont particulières. Elles requièrent le développement et le déploiement de technologies complexes souvent uniques dans un environnement hostile et inhospitalier où il n'existe pratiquement aucune deuxième chance ni possibilité de réparation et d'entretien. Par conséquent, l'expérience et les connaissances d'un large éventail de spécialistes sont nécessaires pour déterminer ce qui est faisable et souhaitable dans le contexte d'un programme spatial national. La meilleure façon pour le gouvernement de recueillir ces avis consiste à asseoir à une même table des gens bien informés, qui exprimeront leur opinion de façon franche. Une telle approche peut réduire le nombre de discussions à organiser, améliorer la qualité des décisions et offrir des points de vue précieux sur les genres de compromis qui s'imposent dans un monde où les ressources sont limitées.

Il est recommandé que le gouvernement établisse un conseil consultatif canadien dans le domaine spatial qui relèvera du ministre de l'Industrie et dont les membres seront issus de l'industrie, des milieux académique et de la recherche, des provinces et territoires ainsi que des ministères et organismes fédéraux.

Le conseil consultatif devrait avoir pour mandat de formuler, à l'intention du ministre de l'Industrie, des avis sur les priorités et les plans du Programme spatial canadien, en tenant compte de facteurs comme :

- les atouts actuels et éventuels de l'industrie spatiale et du milieu de la recherche canadiens dans des créneaux du secteur spatial;
- les nouvelles technologies pouvant avoir des répercussions économiques positives grâce à un large éventail d'applications dans le secteur spatial et ailleurs;
- les besoins en matière de prestation de services publics auxquels on pourrait répondre grâce à l'utilisation d'actifs spatiaux;
- les possibilités de collaboration internationale à des initiatives spatiales.

de l'ASC a été réduit, même si le Canada a pris de nouveaux engagements comme le prolongement de sa participation à la Station spatiale internationale jusqu'en 2020. De plus, la position dominante du Canada en ce qui a trait à des technologies clés comme la robotique spatiale et l'instrumentation optique est fragilisée, en partie en raison de la plus grande détermination d'autres pays à l'égard de leurs programmes spatiaux.

Il est indispensable de mettre en place un programme spatial canadien dynamisé et bien ciblé grâce à des objectifs clairs, d'obtenir un solide engagement soutenu des intervenants et un financement stable, et d'assurer une planification et une mise en œuvre plus rigoureuses.

Recommandation n° 1 : Priorités du Programme spatial canadien

Le Programme spatial canadien parviendra mieux à promouvoir l'intérêt national et à fournir des services aux Canadiens s'il repose sur des priorités établies aux plus hauts niveaux après une consultation en bonne et due forme des pouvoirs publics, de l'industrie et des chercheurs. Dans l'ensemble, ces priorités devraient être stables, étant donné que le développement et le déploiement d'un actif spatial prennent plusieurs années et requièrent l'engagement soutenu de ressources publiques et privées.

Il est recommandé que le gouvernement reconnaisse explicitement l'importance des technologies et de la capacité spatiales pour la sécurité nationale, la prospérité économique et la croissance durable, et que le ministre de l'Industrie présente chaque printemps des priorités gouvernementales annuelles, quinquennales et décennales pour le Programme spatial canadien au Comité du Cabinet chargé des priorités et de la planification, dirigé par le premier ministre, aux fins de discussion et d'approbation.

Ces priorités devraient :

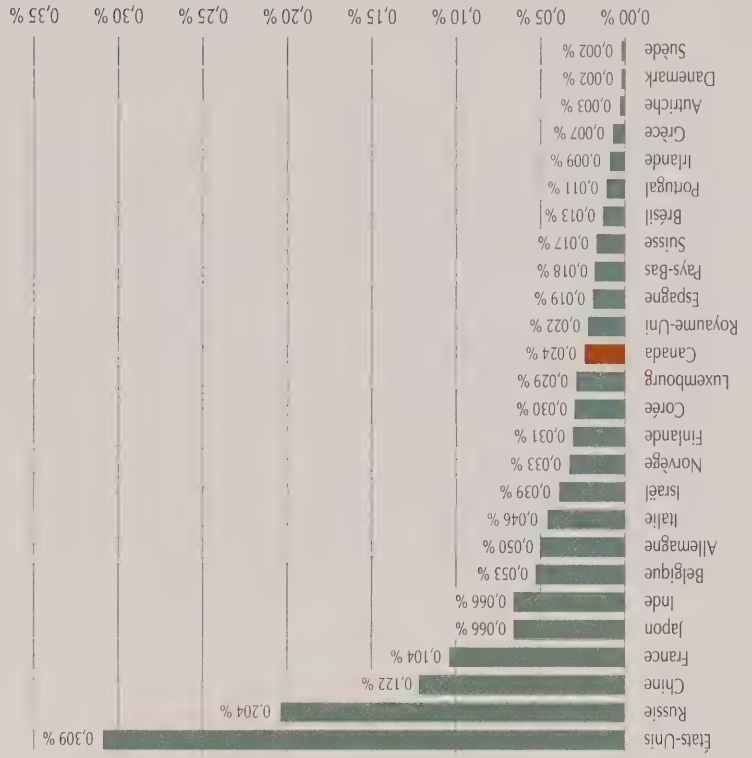
- être établies à la lumière des avis des ministres de tous les portefeuilles intéressés, de concert avec les provinces et les territoires, l'industrie et les spécialistes d'établissements d'enseignement supérieur et de recherche; les avis proviendront en partie du conseil consultatif dont il est question à la recommandation n° 2;
- tenir compte des secteurs où les activités et actifs spatiaux peuvent avoir la plus grande incidence au chapitre de la défense des intérêts nationaux du Canada;
- porter sur les activités et actifs civils et militaires;
- cadrer avec les partenariats et engagements internationaux du Canada;
- positionner l'industrie pour qu'elle tire pleinement parti des nouvelles possibilités, par exemple en renforçant la position dominante du Canada dans les créneaux technologiques;
- être évaluées chaque année à la lumière de la nouvelle conjoncture.

Excepté s'il y a des faits nouveaux majeurs qui exigent un changement de cap, les priorités quinquennales et décennales devraient toujours demeurer cohérentes, tandis que les priorités annuelles devraient s'appuyer sur les priorités quinquennales et décennales et en tenir compte.

Une fois approuvées, les priorités devraient transparaître dans les mandats ministériels, étant entendu qu'un suivi détaillé aux fins d'approbation du Cabinet. Les priorités et projets approuvés devraient bien sûr orienter le processus d'établissement des budgets du gouvernement.

Pour aider l'industrie, les chercheurs et d'autres parties intéressées à planifier leur propre travail, un résumé des priorités et projets approuvés du Programme spatial canadien devrait être communiqué au Parlement et aux citoyens chaque année.

Figure 10 : Budget spatial de certains pays membres et non membres de l'OCDE en pourcentage du PIB, 2009



Source : OCDE.

OCDE = Organisation de coopération et de développement économiques
PIB = produit intérieur brut

- Le Royaume-Uni a établi pour la première fois une agence spatiale, laquelle relève directement du ministre d'État (Universités et Sciences). C'est à elle qu'incombe la responsabilité globale de l'activité spatiale civile du pays financée par des fonds publics. Les ministères, les établissements de recherche, l'industrie et les organismes non gouvernementaux subventionnés par l'État menant des activités spatiales siègent au Space Leadership Council, qui fournit des avis au ministre et à l'agence sur les priorités nationales dans le domaine spatial.
- Le Japon a créé un comité du Cabinet, présidé par le premier ministre et appuyé par un secrétariat spécial au sein de son Cabinet. Ce comité a pour mandat d'établir les priorités nationales dans le domaine spatial, de coordonner les activités spatiales au sein du gouvernement et de renforcer le rôle du secteur privé dans le programme spatial japonais. Le rôle de l'agence spatiale du pays, JAXA, a été clarifié : l'agence est responsable de la recherche, de la formulation d'avis et de la mise en œuvre, mais non de l'établissement de politiques.
- Le Brésil a établi un conseil national sur la politique spatiale formé de ministères et dirigé par le président. Il a également renforcé le mandat de son agence spatiale afin d'établir les priorités du programme spatial du pays et de coordonner la concrétisation de ces priorités. Comme l'agence japonaise JAXA, l'Institut national de recherche spatiale du Brésil se consacre essentiellement à la recherche et à la mise en œuvre.

Même si son programme spatial public a connu de nombreuses réussites et jouit d'une bonne réputation à l'étranger, le Canada peut s'inspirer des mesures prises par d'autres pays pour relever la priorité de l'espace, clarifier les responsabilités et assurer une meilleure gestion au sein de plusieurs programmes et ministères.

En réalité, au cours des 10 dernières années, tandis que d'autres protagonistes ont modernisé leurs programmes spatiaux en adoptant des stratégies nationales et en renforçant la gouvernance, les priorités du Canada étaient ambiguës, et la mise en œuvre laissait à désirer. Nous n'avons pas exprimé clairement et de manière générale ce que nous voulions faire dans l'espace ni comment nous comptons nous y prendre. Il n'existe aucun mécanisme clair pour gérer les activités spatiales au sein du gouvernement. Des projets comme la mission Constellation RADARSAT ont été annoncés, pour disparaître complètement, puis réapparaître par la suite. Le budget

Chapitre 3.1

Établir des priorités et des plans clairs

Les programmes publics se rapportant à l'espace doivent repenser sur des priorités soigneusement examinées, qui tiennent compte des besoins et des avis d'un large éventail d'utilisateurs et d'intervenants et qui sont concrétisées grâce à des plans rigoureux et à un financement stable.

Certes, l'établissement et le respect appropriés des priorités sont toujours nécessaires quand les gouvernements doivent faire des choix concernant l'utilisation de ressources publiques limitées, à plus forte raison quand chaque projet mobilise plusieurs intervenants et requiert beaucoup de temps et de ressources, une conception unique, un procédé de fabrication spécialisé et des essais rigoureux répétés tout au long du processus. L'absence de priorités et de plans clairs accroît les risques que des montants importants de fonds publics soient dépensés sans engendrer suffisamment de répercussions positives sur l'économie nationale, la sécurité et la prestation de services publics. Dans un secteur aussi important et complexe que l'espace, l'improvisation est coûteuse, inefficace et contre-productive. Il est également important pour l'industrie que le programme spatial public ait une orientation précise, étant donné que le gouvernement demeure le principal client d'actifs spatiaux en dehors des télécommunications par satellite à usage commercial. Les entreprises ont besoin d'un niveau raisonnable de prévisibilité sur leur marché pour prendre des décisions commerciales judicieuses et utiliser adéquatement les fonds et les ressources nécessaires.

« Il est très difficile pour les acteurs de l'industrie canadienne, petits ou grands, de planifier les investissements en ressources financières et humaines, de maintenir la capacité après que l'aide d'un programme de l'État prend fin et avant que l'aide d'un autre programme commence, d'investir des montants considérables dans la recherche-développement (R-D)] sans aucune certitude quant à savoir quels programmes de l'État, programmes de développement technologique et programmes de démonstration en vol seront mis en œuvre et quand ils seront lancés. L'industrie doit également comprendre l'orientation des politiques gouvernementales clés qui influent sur la compétitivité, comme les politiques régissant l'approvisionnement, le capital de risque pour la commercialisation de la R-D, le contrôle des exportations ou les données et les cadres réglementaires qui influent sur le secteur des services. [...] »

L'exécution des projets spatiaux s'étend généralement sur une période de deux à cinq ans, qui fait suite dans chaque cas à une période tout aussi longue d'analyse des besoins, de définition du concept ou du projet, ainsi que de définition et de développement de la technologie. Compte tenu de ce modèle, tous les projets ont besoin d'une planification à long terme et de communications continues entre les représentants du gouvernement, des universités et de l'industrie afin de maximiser le rendement de leur main-d'œuvre extrêmement compétente et de leurs installations de recherche et de fabrication spécialisées. »

Rapport final du Groupe de travail sur l'espace, septembre 2012.

######

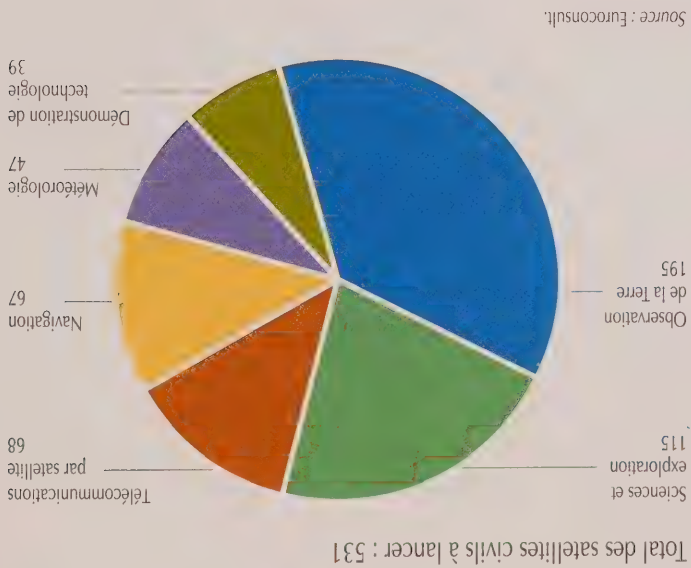
Le deuxième défi se situe du côté du secteur privé : la concurrence est limitée et, dans certains cas, il y a une dépendance excessive à l'égard des dépenses publiques. Cette situation reflète en partie le fait que le marché spatial canadien est trop petit pour accueillir un nombre élevé de grands acteurs et que les gouvernements du monde entier demeurent les principaux acheteurs d'actifs spatiaux. Par conséquent, beaucoup d'entreprises canadiennes se sont spécialisées dans les marchés publics et en sont devenues dépendantes. La situation est également attribuable aux approches adoptées lors des premiers jours du Programme spatial canadien, quand des responsables fédéraux ont travaillé avec des entreprises canadiennes pour se répartir les activités d'approvisionnement dans le domaine spatial. Bien qu'il soit important de faire preuve de pragmatisme quant à la taille de l'industrie et d'encourager la collaboration, les entreprises privées doivent faire face aux contraintes de la concurrence à mesure que le secteur se développe dans le monde.

Ceci nous amène au troisième défi : les exemptions prévues dans les règles du commerce international pour des raisons de sécurité sont généralement interprétées comme s'appliquant aux programmes spatiaux. Ainsi, les États disposant de budgets élevés et d'un vaste marché spatial se permettent de favoriser nettement leurs entreprises nationales. Ces pratiques entravent la capacité des entreprises spatiales canadiennes de diversifier leurs marchés, mais des ententes bilatérales entre gouvernements peuvent en partie permettre de surmonter cet obstacle. Un défi connexe concerne le contrôle des exportations et les restrictions imposées par les lois américaines à la collaboration avec la Chine dans le domaine spatial. Les entreprises canadiennes peuvent donc être confrontées à un choix difficile : continuer de faire des affaires aux États-Unis, qui demeurent le plus grand acteur au monde dans le secteur spatial et le meilleur client de l'industrie canadienne, ou essayer de pénétrer le marché en forte croissance de la Chine et d'autres pays.

Le dernier défi concerne l'absence de capacité de lancement au Canada, ce qui signifie que l'ASC et les entreprises canadiennes doivent avoir recours aux systèmes de lancement d'autres pays pour mettre des satellites en orbite. Cette dépendance peut entraîner des retards, des complications opérationnelles et des dépassements de coûts, et le problème peut s'aggraver si l'utilisation de petits satellites continue de croître rapidement.

Les possibilités et les défis auxquels fait face le secteur spatial canadien indiquent la voie à suivre.

Figure 9 : Satellites civils à lancer par sous-secteur, de 2011 à 2020



La géographie du Canada présente également des avantages pour son secteur spatial. D'une part, la vaste étendue du pays et sa situation septentrionale requièrent et, par conséquent, stimulent le développement de solutions technologiques satellitaires qui peuvent être vendues à l'étranger et souvent servir à d'autres fins. D'autre part, le Nord est un emplacement idéal pour les stations terrestres, étant donné que la plupart des satellites d'observation terrestre se trouvent en orbite polaire et passent au-dessus de l'Arctique canadien à chaque orbite. Cet avantage naturel peut être exploité par des entreprises qui cherchent un gain commercial et par des organismes publics qui cherchent à améliorer la collaboration avec d'autres pays grâce à des installations recevant des données par satellite et pouvant être utilisées pour commander et contrôler les satellites.

Enfin, le secteur spatial canadien dispose d'un solide ensemble de réseaux mondiaux et d'une réputation enviable reposant sur les nombreuses réussites à son actif. Pensons par exemple à toutes les réalisations de l'industrie dans le cadre de missions spatiales et à son succès sur le plan des exportations; aux technologies hautement visibles comme les Canadarm, qui font connaître le savoir-faire canadien à l'échelle mondiale; à la participation du pays à des initiatives spatiales internationales, ce qui consolide sa réputation de collaborateur fiable et d'avant-garde; aux liens que l'ASC a noués avec d'autres agences spatiales, en particulier la NASA et l'Agence spatiale européenne (ASE); au Programme des astronautes canadiens qui a remporté un grand succès; et à la participation du Canada au Conseil de l'Arctique, dont les membres partagent des intérêts communs dans le Nord et peuvent être des partenaires dans des initiatives spatiales conjointes.

Malgré ces points forts sur le plan technologique et géographique et cette solide réputation, le secteur spatial canadien fait face à certains défis qui, s'ils ne sont pas surmontés, risquent de nuire à sa capacité de tirer parti des possibilités et de répondre aux besoins du pays.

Le premier défi se situe du côté du gouvernement : l'objectif du Programme spatial canadien et son rôle dans la prestation des services et la concrétisation des priorités nationales ne sont pas clairement définis. Ce manque d'orientation semble remonter à au moins 10 ans et s'est manifesté par une planification déficiente, des budgets instables et de la confusion quant aux rôles respectifs de l'ASC et des ministères qui sont de grands utilisateurs de l'espace. Dans un secteur où les projets sont, par définition, coûteux, complexes et de longue haleine, il est particulièrement important d'avoir des objectifs concrets, un financement prévisible et une mise en œuvre méthodique.

spatiaux hors service. Ainsi, les satellites opérationnels seront protégés, et de nouveaux actifs pourront être placés en orbite sans risques majeurs de dommages ou d'autres objets flottants. Même les actifs spatiaux en bon état devront être gérés et coordonnés attentivement dans le patrimoine mondial de plus en plus fréquente qu'est l'espace circumterrestre.

Compte tenu des possibilités de transformation qui voient le jour relativement aux technologies et applications spatiales, les dépenses publiques mondiales au titre des activités spatiales et l'industrie spatiale commerciale connaissent une forte croissance. Il ne faudrait négliger aucun des deux marchés.

L'industrie spatiale canadienne est bien placée pour tirer parti de ces possibilités. L'un des principaux avantages comparatifs du secteur est sa grande compétence relativement à plusieurs technologies spécialisées, chacune se rapportant à sa façon à la myriade de nouvelles demandes :

- Les *télécommunications par satellite* sont essentielles pour répondre à la demande des consommateurs en matière de communications à large bande et de services d'information, et aux exigences du gouvernement se rapportant à la prestation de services et aux déploiements militaires.
- La *robotique spatiale* continuera d'être cruciale pour les missions scientifiques et d'exploration financées par les fonds publics, ainsi que pour les initiatives qui s'attaquent à l'encombrement de l'espace et prolongent la durée de vie des actifs en orbite.
- L'*instrumentation optique* et l'*observation radar de la Terre* prendront de plus en plus d'importance dans le

contexte de la gestion des ressources naturelles, de la surveillance de l'environnement et de la collecte de renseignements.

- Les *petits satellites* sont de plus en plus

attrayants pour les gouvernements et les entreprises privées qui désirent effectuer des activités clés dans l'espace à moindre coût et dans des délais plus courts qu'avec des gros satellites.

Par ailleurs, le fait que le Canada soit un chef de file mondial dans les techniques d'exploitation minière permet aux entreprises canadiennes de participer à d'éventuelles initiatives à long terme d'exploitation minière dans l'espace et d'utiliser des actifs spatiaux pour appuyer l'extraction des ressources sur Terre. L'exploitation de minéraux rares dans l'espace demeure très théorique, mais elle suscite néanmoins l'intérêt du secteur privé; dans 25 ou 50 ans, elle pourrait devenir lucrative. Entretiens, les applications spatiales qui facilitent l'exploitation minière ou d'autres activités liées aux ressources naturelles sur Terre se multiplient rapidement.

[traduction] « De plus en plus, les besoins complexes en services de télécommunications et de données sont satisfaits à l'aide de systèmes souples à faible coût utilisant des microsatellites ou de petits satellites. La prolifération de solutions reposant sur de petits satellites témoigne de cette tendance dans le monde, et nombre d'entre elles sont de véritables histoires de réussite. [...] Parmi les autres avantages de la réalisation d'un nombre croissant de missions plus petites, mentionnons les suivants :

- l'abordabilité, ce qui permet de répartir les activités de la mission entre un plus grand nombre d'intervenants canadiens, tant de l'industrie que du milieu académique;
- l'augmentation des dépenses qui vont directement au renforcement des capacités dans de nouveaux créneaux pour les marchés d'exportation;
- la répartition du risque sur un portefeuille plus large. »

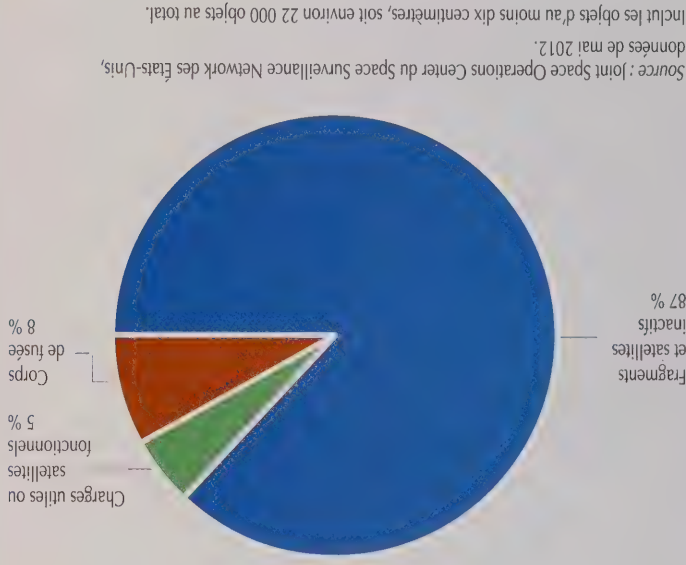
Source : COM DEV International, *Aerospace Review: COM DEV's Recommendation for a Guiding Framework for Canadian Investments in Space*, mémoire présenté dans le cadre de l'Examen de l'aérospatiale.

Outre le Nord, les concepteurs, les constructeurs et les exploitants de satellites, de composantes de satellites, de stations terrestres et de services de traitement de données ont la possibilité de répondre à la demande croissante dans des secteurs aussi divers que l'agriculture de précision, qui optimise l'utilisation de l'équipement, de l'irrigation et des engrais; les transports et la planification urbaine; la météorologie; et l'offre de produits d'information, de divertissement et autres à une clientèle sans cesse grandissante. Enfin, de nouvelles possibilités découlent de l'accroissement exponentiel de l'utilisation de l'espace. On observe, par exemple, un intérêt accru pour le prolongement de la durée de vie des satellites opérationnels grâce à des missions de ravitailllement en carburant et d'entretien. En outre, alors que les pays et les entreprises sont de plus en plus nombreux à envoyer des actifs dans l'espace, on reconnaît davantage la nécessité de repérer les débris spatiaux et de réduire l'encombrement causé par des actifs

« Le Canada est le deuxième pays du monde en superficie et possède le plus long littoral de la planète. En vertu de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer, le Canada revendique une zone économique exclusive le long de notre littoral équivalant à plus de 70 % de notre masse terrestre. La protection et la gestion d'une zone aussi vaste constituent un défi de taille. En effet, 75 % de notre population vit à moins de 160 km de la frontière américaine, si bien que le reste de notre territoire est peu densément peuplé et difficile d'accès. Nous vivons dans un pays arctique dont le territoire nordique constitue plus de 40 % de notre masse terrestre. En raison de ces caractéristiques géographiques et démographiques, il est extrêmement difficile pour les gouvernements de fournir l'infrastructure essentielle à notre croissance économique et sociale et de gérer nos responsabilités nationales et internationales en matière de sûreté, de sécurité et de saine gestion des ressources. [...] Dans un pays aussi vaste et aussi peu densément peuplé que le Canada, les technologies spatiales jouent un rôle exceptionnel et vital en nous aidant à communiquer ensemble et à surveiller notre territoire en vue de saisir les occasions et de contre les menaces. »

Rapport final du Groupe de travail sur l'espace, septembre 2012.

Figure 8 : Statut des objets artificiels en orbite, 2012



Les satellites ou engins spatiaux opérationnels ne constituent qu'une très petite proportion des objets artificiels en orbite. Le reste – notamment les fragments d'équipement détruit, les corps de fusées hors d'usage et les satellites inactifs – est considéré comme des débris. Comme ces objets font le tour de la Terre à près de 30 000 km/h, toute collision avec des satellites ou des engins spatiaux habités pourrait être catastrophique. Les puissances spatiales reconnaissent les problèmes que pose le nombre croissant de débris en orbite et discutent activement de stratégies de dépollution, notamment par l'entremise du Comité de coordination inter-agences sur les débris spatiaux, auquel participent 11 pays, dont le Canada.

L'enlèvement des débris et des satellites inactifs requiert une reconnaissance précise des objets en orbite et la capacité de les rassembler en vue de leur élimination en bonne et due forme. En ce qui a trait à la première exigence, le Canada se prépare à lancer son premier satellite militaire, appelé Sapphiré, qui suivra en temps opportun la trajectoire des objets dans l'espace. Quant à la seconde exigence, le Canada possède un savoir-faire reconnu à l'échelle mondiale en robotique spatiale, qui pourra être mis à profit pour développer l'équipement permettant la récupération des objets spatiaux.

Chapitre 2.4

Possibilités et défis

L'industrie spatiale amorce une période très dynamique, et les 20 à 30 prochaines années offriront aux secteurs privé et public de nombreuses possibilités de promouvoir la sécurité nationale, l'exploitation des ressources et la prestation d'un large éventail de services publics et privés grâce aux technologies, aux applications et aux actifs spatiaux.

L'une des possibilités les plus importantes a trait au rôle que les satellites et l'infrastructure terrestre connexe peuvent jouer dans la promotion et la gestion de l'ouverture du Nord. Les satellites faciliteront la détection des gisements minéraux et nous aideront à surveiller les répercussions des mines et des puits de pétrole et de gaz. Ils nous permettront de mieux appliquer les normes environnementales ainsi que de surveiller et de comprendre le rythme et les effets des changements climatiques. De plus, ils permettront une navigation plus sûre sur les routes maritimes et aériennes du Nord. Enfin, ils appuieront la prestation de services d'éducation, de santé et d'intervention d'urgence aux petites collectivités nordiques dispersées, qu'elles existent depuis des siècles ou qu'elles se soient établies en raison d'une nouvelle activité économique.

[traduction] « Compte tenu des répercussions du réchauffement planétaire sur le climat de l'Arctique et des enjeux de souveraineté connexes, de la forte expansion prévue de l'exploration et de la mise en valeur des ressources, de l'accroissement du trafic maritime et des besoins liés au développement socio-économique du Nord, il existe un argument clair et convaincant selon lequel l'investissement dans le secteur spatial constitue une solution rentable pour mettre en place l'infrastructure requise qui contribuera aux résultats positifs en matière de développement. Dans certains cas, l'analyse de rentabilité de ces investissements séduira l'industrie, qui y souscrita. Il s'agit généralement d'un soutien direct à l'exploration et à la mise en valeur des ressources dans le Nord ainsi qu'aux industries secondaires, notamment aux transports et à la logistique. [...] »

Toutefois, dans d'autres cas, la population dispersée du Nord ou la politique publique actuelle rendent non rentable l'investissement purement commercial dans l'infrastructure spatiale. Mentionnons, par exemple, des énormes investissements privés dans l'infrastructure de télécommunications dans le Nord plutôt que des investissements plus lucratifs dans des régions peuplées, ou encore la construction d'une infrastructure de prévisions météorologiques alors que les citoyens y ont accès gratuitement. [...] Le développement responsable et la protection du Nord canadien ne sont pas seulement des besoins de développement à court terme, mais plutôt [...] des besoins à long terme, stratégiques et vitaux... »

Norstat Consulting, *Canada's Space Sector: The Essential Enabler of Canada's Northern Strategy*, rapport de recherche commandé dans le cadre de l'Examen de l'aérospatiale, juillet 2012.

Grâce à une forte présence dans le Nord, et en utilisant les satellites comme instruments clés de politique, le Canada sera en mesure d'accélérer la création de richesses, de protéger l'environnement et d'affirmer sa souveraineté. Compte tenu de l'intensification de plusieurs revendications nationales conflictuelles dans l'Arctique, le droit international et la géopolitique pragmatique exigent que le Canada soit actif dans la région s'il souhaite y protéger ses intérêts.



Parallèlement à l'augmentation du nombre de nations présentes dans l'espace, on observe un intérêt pour la collaboration internationale. Celle-ci permet aux pays participants de se partager les principaux risques, coûts et avantages liés au développement, à la fabrication et à l'exploitation d'actifs spatiaux, que ce soit pour la prestation de services publics, à des fins d'exploration ou à des fins scientifiques. Les efforts de collaboration ont également été stimulés par la nécessité de gérer un environnement spatial opérationnel de plus en plus encombré.

Étant donné le nombre d'applications satellitaires utilisées pour fournir des services publics et appuyer les opérations militaires, l'activité spatiale demeure principalement financée par des fonds publics. Néanmoins, la croissance de l'activité du secteur privé constitue une tendance importante au sein de l'industrie spatiale mondiale. La construction et l'exploitation de satellites pour les besoins des télécommunications sont depuis longtemps

commercialement viables. On a toutefois assisté, au cours des dernières années, à une hausse du nombre d'applications satellitaires pour lesquelles les entreprises privées et les citoyens sont prêts à payer – particulièrement dans les domaines de la télédétection, de la cartographie et de la navigation – et au développement de petits satellites qui réduisent considérablement le coût d'entrée dans l'espace pour les entreprises privées.

Ces dernières années, on a également assisté à l'établissement d'entreprises privées de lancement –

en partie en réponse aux efforts déployés par la NASA pour impartir la livraison de cargaisons et de transport d'équipages en orbite basse – et à l'arrivée d'investisseurs prêts à se risquer dans le tourisme spatial et l'exploitation minière dans l'espace. En plus de s'adonner à des activités spatiales lucratives, les entreprises privées commercialisent de plus en plus les technologies spatiales pour des applications non spatiales dans des domaines comme la gestion des ressources naturelles et la médecine. Ces tendances soulignent l'importance croissante de l'activité spatiale et laissent entrevoir les défis auxquels fait face le Canada ainsi que les possibilités qui se présentent.

[traduction] « L'espace commercial [...] évoque un paradigme qui gagne du terrain aux États-Unis et dans le reste du monde. Cette expression, aussi désignée par le terme nouvel espace, renvoie à l'élargissement du champ d'action des entreprises et industries spatiales au-delà de la sphère traditionnelle des activités spatiales gouvernementales pour développer des technologies de vols spatiaux beaucoup moins chères et ouvrir de nouveaux marchés qui tirent parti des possibilités intéressantes offertes par ce type de vols. Parallèlement à cette nouvelle tendance, un nombre en forte croissance de petites et moyennes entreprises aérospatiales de petites et moyennes entreprises s'attachent à limiter autant que possible leurs frais généraux et à rationaliser leurs activités pour réduire considérablement le coût des technologies permettant l'accès à l'espace et l'exercice d'activités spatiales, et préconisent des politiques progressistes pour stimuler la croissance de l'industrie.

[...] L'espace commercial ou le nouvel espace ne fait pas nécessairement référence aux nouvelles technologies, mais plutôt aux nouvelles applications, aux nouveaux marchés et aux façons non traditionnelles de financer et de mener les activités spatiales, de même qu'à l'émergence de nombreuses petites entreprises qui cherchent à mener ces activités de manière concurrentielle. »

Canadian Space Commerce Association, *Fostering Innovation, Creating New Markets: Novel Approaches to Space Policy and Programs*, mémoire présenté dans le cadre de l'Examen de l'aérospatiale.

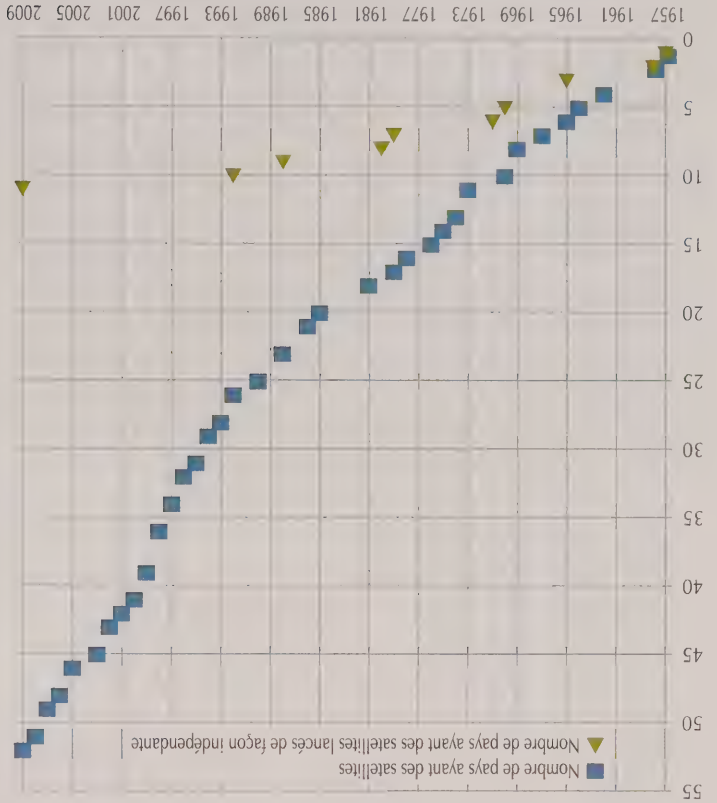
Un ensemble similaire de facteurs contribue à l'utilisation accrue de l'espace à des fins militaires. Les satellites sont maintenant une pièce cruciale de l'arsenal des forces armées modernes, en particulier face aux menaces non conventionnelles émanant de petits groupes de militants qui opèrent dans l'ombre. Par exemple, les satellites sont utilisés pour recueillir des renseignements par l'observation terrestre haute résolution et la surveillance des signaux, surveiller les frontières et les eaux souveraines, guider des drones au-dessus des territoires hostiles et appuyer les déploiements militaires en régions éloignées.

[traduction] « Les satellites de surveillance sont utilisés quotidiennement pour les besoins de la planification et du renseignement militaires. L'opération militaire ciblant Oussama ben Laden en 2011 constitue un excellent exemple de la façon dont ces actifs spatiaux sont utilisés. Après que la [Central Intelligence Agency] et l'armée américaine eurent déterminé l'emplacement possible du complexe où résidait Oussama ben Laden à Abbottabad, au Pakistan, elles ont utilisé l'imagerie satellitaire pour créer une carte détaillée de l'emplacement. La carte a probablement été élaborée à l'aide d'actifs appartenant à la National Geospatial-Intelligence Agency, bien que des satellites militaires et commerciaux aient peut-être également fourni les données pertinentes pour la cartographie. Cette information incluait non seulement des images du spectre visible, comme celles qu'on voit habituellement sur Google Earth, mais aussi des images dans diverses longueurs d'onde. L'utilisation de l'imagerie satellitaire de la cible au fil du temps peut montrer le développement du site. Dans le cas du complexe de ben Laden, les images montrent que le terrain était vacant en 2001, qu'il y avait un bâtiment neuf en 2005 et que le complexe avait été élargi en 2011. Quand l'opération a été réalisée, les télécommunications par satellite sécurisées ont été essentielles pour mettre les combattants sur le terrain en contact avec les experts dirigeant l'opération. »

Space Foundation, *The Space Report: The Authoritative Guide to Global Space Activity*, 2012, p. 25.

Figure 7 : Nombre de pays ayant des satellites (lancés de façon indépendante ou par l'intermédiaire d'un tiers), de 1957 à 2009

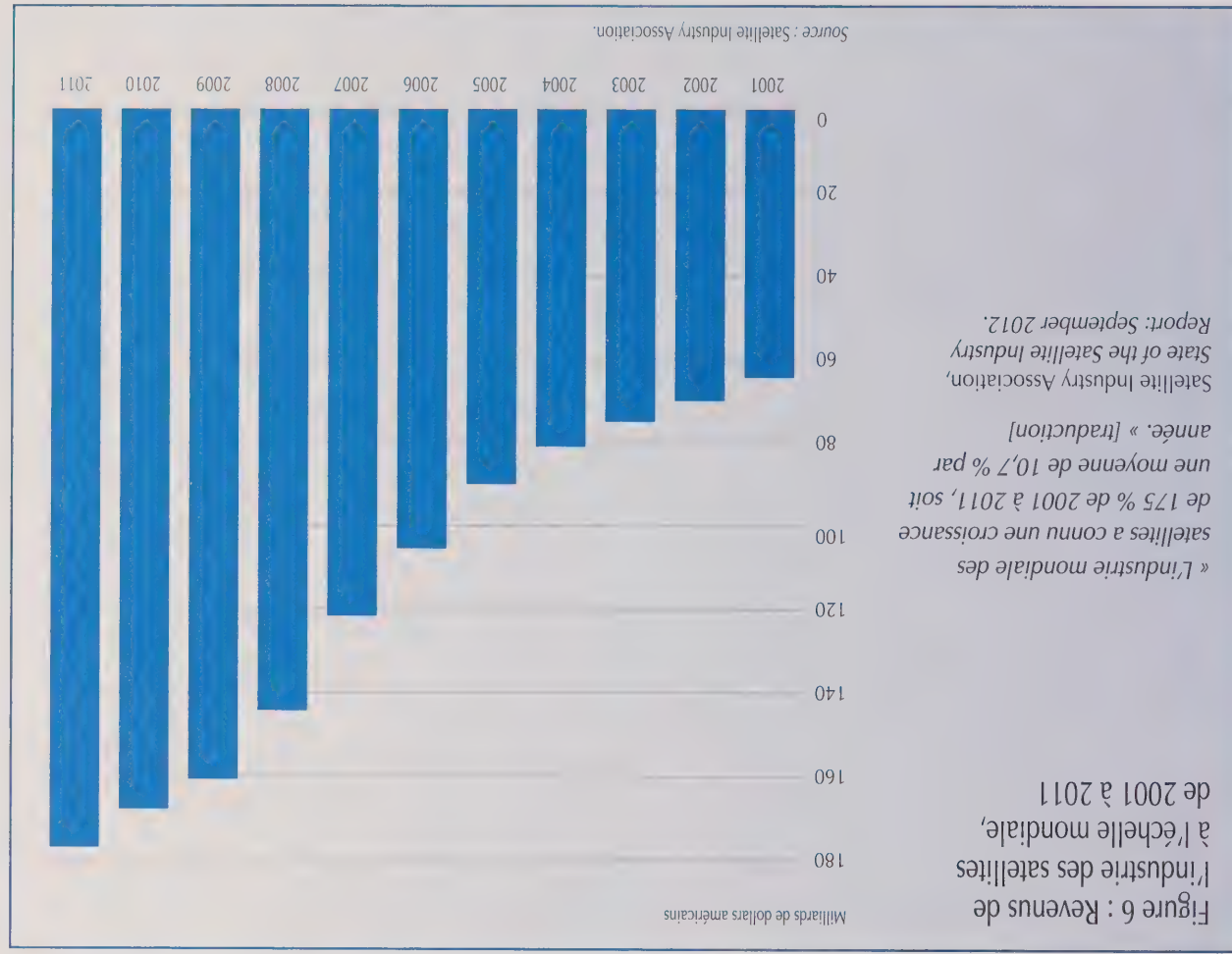
L'éventail croissant d'applications spatiales, de même que la recherche de prestige national et l'influence géopolitique, engendre un afflux de nouveaux intervenants souverains. À l'échelle mondiale, les dépenses gouvernementales dans le secteur spatial ont augmenté, alors même que la plus grande agence spatiale au monde, la National Aeronautics and Space Administration (NASA), a dû réduire ses dépenses. La Russie investit des milliards dans la revitalisation de son programme spatial. La Chine dépense des milliards pour devenir une importante puissance spatiale. Le Royaume-Uni, le Japon et le Brésil ont restructuré la façon de gouverner leurs programmes spatiaux pour mieux poursuivre leurs priorités nationales. Des dizaines d'autres pays, parmi lesquels Israël, l'Inde, l'Iran, la Corée du Sud, l'Indonésie, l'Ukraine, la Turquie et l'Australie, ont lancé leurs propres satellites ou créé leurs premiers programmes spatiaux nationaux.

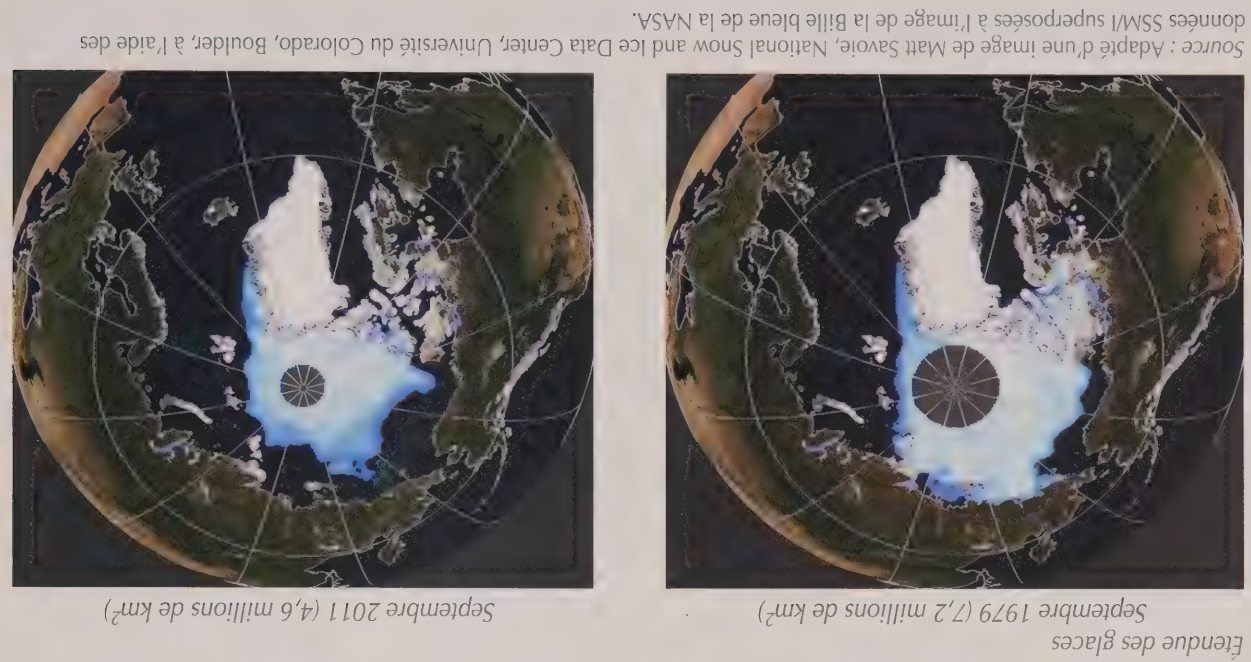


SOURCE : Organisation de coopération et de développement économiques, *The Space Economy at a Glance* 2011.

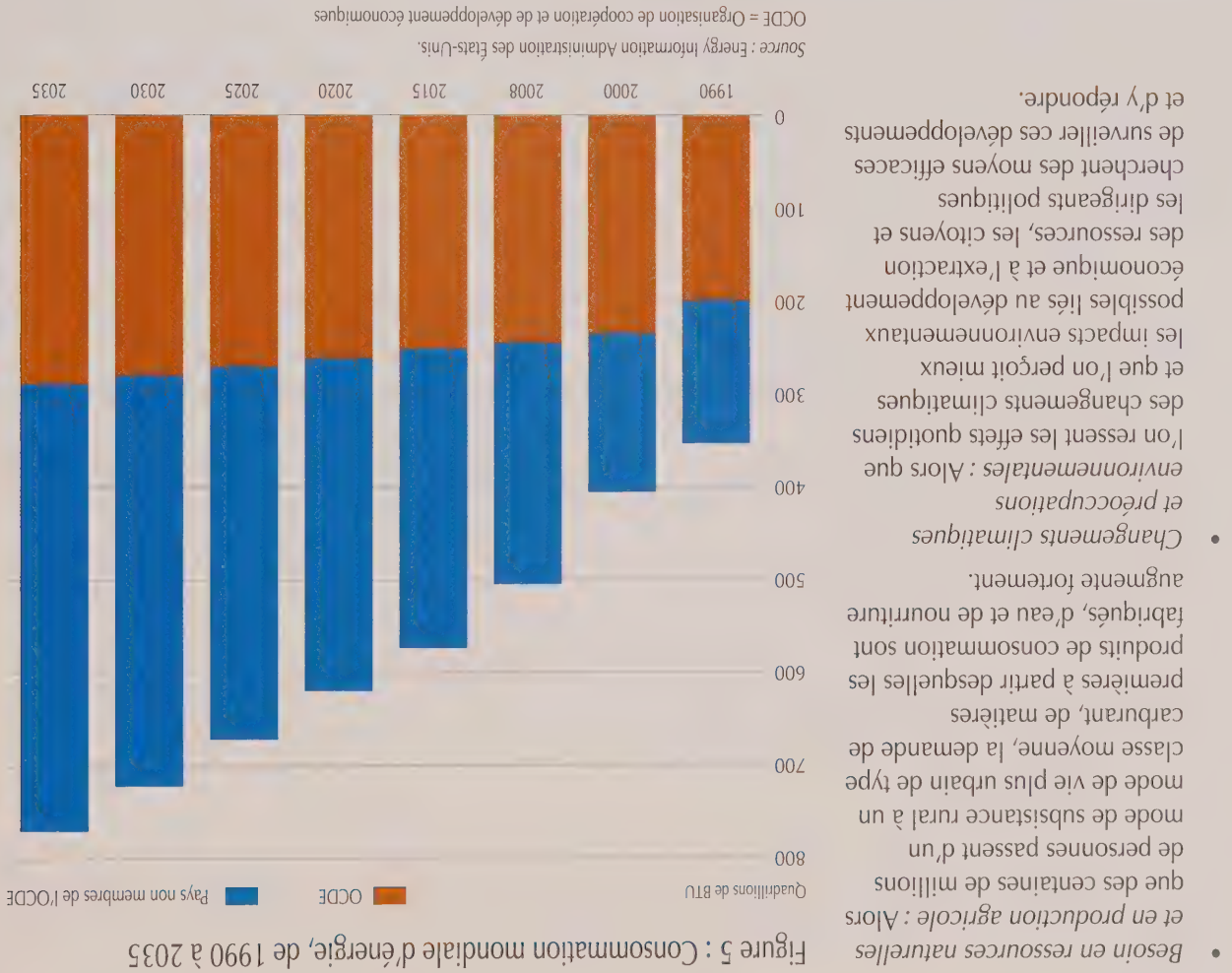
NOTE : Les points de données sont présentés uniquement pour les années où il y a eu une augmentation.

- *Réduction des dépenses de défense et nouvelles menaces non conventionnelles à la sécurité.* Dans un climat de restrictions financières, les pays occidentaux réduisent leur budget de défense, tandis que les responsables de la planification de la sécurité nationale concentrent de plus en plus leurs efforts sur la gestion des menaces non conventionnelles en plus des risques inhérents à la guerre traditionnelle.
- *Révolution numérique.* Nous sommes au cœur d'une véritable révolution des communications déclenchée par l'augmentation exponentielle de la puissance informatique, l'avènement de la technologie sans fil et une explosion des médias sociaux. Les effets économiques, sociaux et politiques sont déjà profonds – et ce n'est qu'un début
- *Viellissement de la population.* Les changements démographiques créent de nouveaux défis – et nécessitent de nouvelles stratégies – pour les entreprises qui doivent compter sur un effectif très instruit et hautement qualifié. Ces tendances générales sous-tendent et continueront de façonner l'évolution de l'industrie spatiale mondiale. La plus importante est peut-être l'utilisation accrue de l'espace à des fins civiles. Par suite des percées technologiques – en particulier de la précision accrue de l'observation par satellite – et de l'augmentation de la demande de ressources naturelles, d'aliments, d'eau, de surveillance environnementale et de télécommunications à large bande émanant des pays développés et émergents, l'économie de l'espace civil continue de croître. Les satellites et les applications spatiales sont devenus indispensables aux gouvernements et aux entreprises privées pour satisfaire cette demande.





Diminution des glaces marines dans l'Arctique, 1979 et 2011

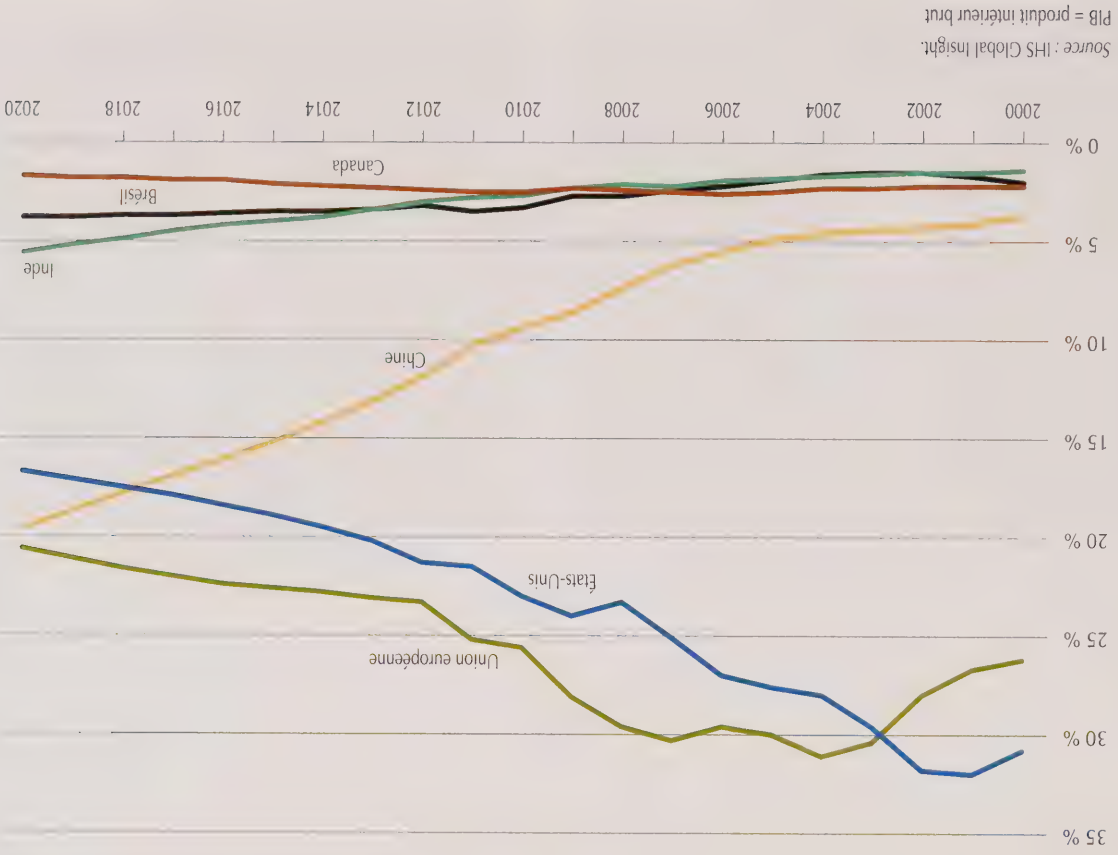


Chapitre 2.3 Tendances mondiales

L'industrie spatiale, comme celle de l'aérospatiale, est profondément influencée par les changements suivants dans la conjoncture mondiale :

- *Rééquilibrage mondial* : Nous observons une augmentation rapide de la puissance économique et géopolitique de régions et de pays différents de ceux qui ont dominé au cours de la deuxième moitié du 20^e siècle. La Chine, la Russie, le Brésil, l'Inde et d'autres puissances montantes en Asie, au Moyen-Orient, en Amérique latine et en Afrique emboîtent le pas à l'Amérique du Nord, à l'Europe et au Japon. Nombre de ces pays sont populeux, vastes, ambitieux sur le plan géopolitique et disposés à tirer parti des pouvoirs et des ressources de l'État pour mettre sur pied des secteurs considérés comme ayant une importance stratégique.

Figure 4 : Part du PIB mondial, de 2000 à 2020



L'industrie spatiale canadienne est fortement concentrée, avec les 10 plus grandes entreprises générant près de 90 % de l'ensemble des revenus, relativement peu d'entreprises de taille moyenne et quelque 200 organisations de plus petite taille. L'un des points forts de l'industrie a été sa capacité d'établir des créniaux pour son leadership technologique mondial, souvent en exploitant des innovations mises au point dans le cadre de programmes gouvernementaux.

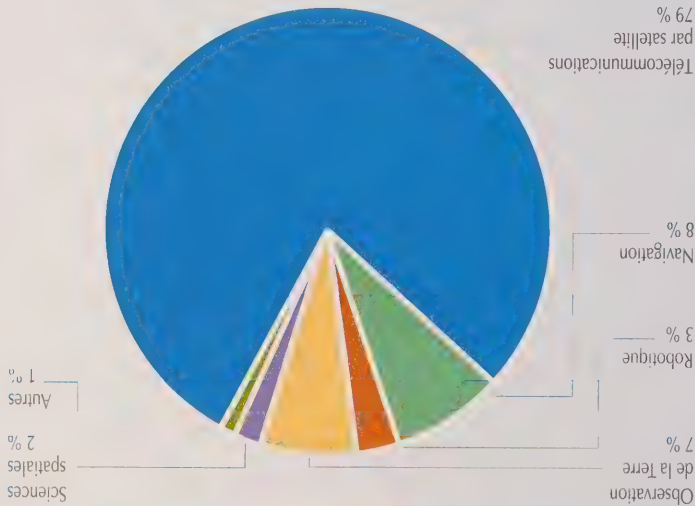
Le Programme spatial canadien est dirigé par l'Agence spatiale canadienne (ASC), établie en 1989 et investie du mandat prescrit par la loi « de promouvoir l'exploitation et l'usage pacifiques de l'espace, de faire progresser la connaissance de l'espace au moyen de la science et de faire en sorte que les Canadiens tirent profit des sciences et techniques spatiales sur les plans tant social qu'économique »³. Le budget annuel de l'ASC en 2011-2012 s'élevait à 425 millions de dollars, dont environ un tiers était des fonds temporaires se rapportant au Plan d'action économique du Canada et à des projets particuliers.

À l'échelle fédérale, le ministère de la Défense nationale, le ministère de l'Environnement, le ministère des Ressources naturelles, le ministère de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire, le ministère des Pêches et des Océans et le ministère des Affaires autochtones et du Développement du Nord canadien sont les principaux utilisateurs de l'espace. Le gouvernement finance également deux établissements de recherche publics, soit le CNRC et Recherche et développement pour la défense Canada, dont le mandat inclut des activités se rapportant à l'espace. Enfin, plusieurs institutions académiques participent à la recherche et à l'éducation dans le domaine spatial. Elles veillent à ce que le Canada soit en mesure de former les cerveaux qui imagineront, concevront et fabriqueront les technologies de pointe requises pour répondre aux besoins spatiaux futurs du pays.

Cet éventail d'établissements et d'entreprises est à la fois la cause et l'effet des 50 années de succès du Canada dans l'espace et confère au pays une solide assise pour raffermir et renforcer sa position à une époque où les actifs spatiaux sont de plus en plus importants pour notre prospérité et notre sécurité à long terme. Toutefois, alors que le nombre de puissances spatiales augmente rapidement et que la concurrence est plus féroce que jamais, les politiques et programmes canadiens liés à l'espace semblent manquer de précision, d'orientation ainsi que de rigueur sur le plan de la gestion.

3 Loi sur l'Agence spatiale canadienne, article 4. <http://laws-lois.justice.gc.ca/tra/lois/C-23.2/index.html>

Figure 2 : Revenus du secteur spatial canadien par sous-secteur, 2010

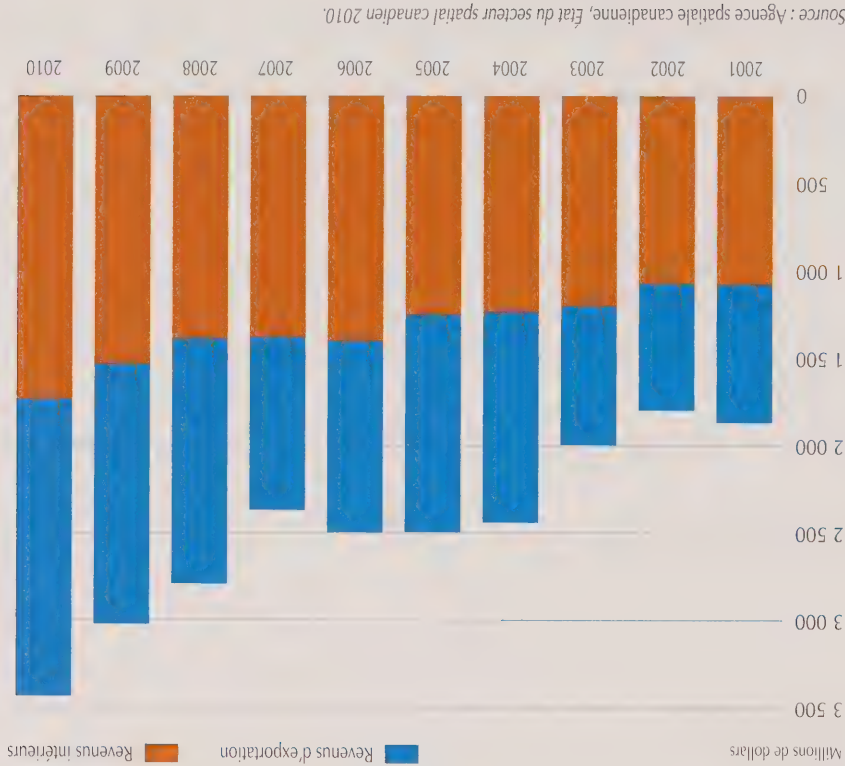


- Les télécommunications par satellite incluent les services de télécommunications de la voix et des données, de radiodiffusion et de télévision.
- Les systèmes mondiaux de navigation par satellite offrent de l'information sur la position, le temps et la navigation aux utilisateurs équipés de récepteurs adéquats.
- Les satellites d'observation de la Terre sont utilisés pour surveiller et protéger l'environnement, gérer les ressources naturelles et assurer la sécurité.
- Le matériel de robotique spatiale est utilisé à l'appui des vols habités et non habités dans l'espace, comme l'exploration du terrain ainsi que la récupération, l'inspection et la réparation de satellites.
- Les entreprises et chercheurs canadiens ont participé à plusieurs missions satellitaires visant des objectifs en sciences spatiales relatifs à la météorologie de l'espace, à l'astronomie et aux sciences environnementales, en vue d'améliorer les capacités technologiques du Canada dans le domaine spatial.

Source : Agence spatiale canadienne, État du secteur spatial canadien 2010.

Texte adapté de Hickling Arthur Low, *The State of the Canadian Space Sector*, rapport de recherche commandé dans le cadre de l'Examen de l'aérospatiale, août 2012.

Figure 3 : Revenus du secteur spatial canadien, de 2001 à 2010



Source : Agence spatiale canadienne, État du secteur spatial canadien 2010.

Canadarm2 et Dextre

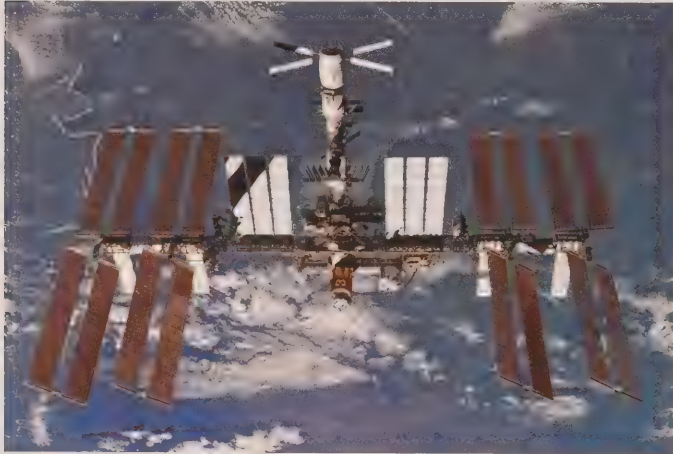


Le Canadarm2 (à gauche) et Dextre (à droite), le robot bricoleur canadien, le 26 décembre 2010.

Source : National Aeronautics and Space Administration (NASA).

Le Programme spatial canadien a ensuite été le principal catalyseur de la création d'une industrie spatiale canadienne de 3,4 milliards de dollars qui emploie aujourd'hui quelque 8 000 travailleurs aux quatre coins du pays. Quatre-vingts pour cent des recettes de l'industrie proviennent des services de télécommunications par satellite, et la moitié viennent des ventes à l'étranger (principalement aux États-Unis et en Europe), ce qui fait du secteur spatial canadien l'une des industries spatiales les plus axées sur les exportations au monde.

Station spatiale internationale



Source : Agence spatiale canadienne.

Enfin, le Canada a envoyé des astronautes dans l'espace plus souvent que tout autre pays, à l'exception des États-Unis et de la Russie, en partie grâce à son importante contribution au programme de la navette spatiale et à la Station spatiale internationale. L'astronaute Chris Hadfield, premier Canadien à avoir fait une sortie dans l'espace, deviendra aussi à la fin de 2012 le premier commandant canadien de la Station spatiale internationale.

Le programme spatial public du Canada a toujours fait appel au savoir-faire et à la collaboration de l'industrie. Les premiers satellites ont été financés et conçus par des ministères fédéraux, mais assemblés essentiellement par des entreprises privées. Les premiers satellites de télécommunications ont été exploités dans le cadre d'un partenariat public-privé, Télésat Canada, qui a été entièrement privatisé en 1993 et est depuis devenu un chef de file mondial dans la prestation de services de par satellite et des processus connexes pour répondre aux besoins de levé et de cartographie du gouvernement. Il a aussi dirigé le développement ultérieur de satellites-radars. C'est bien sûr le gouvernement qui a prévu et financé les systèmes robotiques fournis par le Canada pour la navette spatiale et la Station spatiale internationale, mais leur conception et leur fabrication a été assurée par l'industrie.

Importance symbolique de l'espace pour les Canadiens

Selon un reportage du réseau CBC en juin 2008, portant sur un sondage Ipsos-Reid, le Canadarm est considéré comme la plus grande réalisation canadienne de tous les temps, l'emportant sur les soins de santé universels, l'insuline et le téléphone.

En 2013, le Canadarm2 et Dextre figureront sur les billets de cinq dollars, tout comme d'autres thèmes emblématiques de l'identité nationale et des exploits du Canada, par exemple l'innovation en médecine et le chemin de fer qui relie l'est et l'ouest du pays.

En janvier 2011, Postes Canada a émis une série de cinq timbres soulignant la fierté canadienne, dont un illustre le Canadarm.

En avril 2006, la Monnaie royale canadienne a émis une pièce commémorative illustrant le Canadarm et le colonel Chris Hadfield, astronaute canadien.



La collaboration du Canada avec les États-Unis dans le cadre de projets spatiaux s'est intensifiée au fil des ans. Dans les années 1960, l'entreprise canadienne Héroux Inc. a produit le train d'atterrissage des modules lunaires du programme Apollo. Dans les années 1970, le Conseil national de recherches du Canada (NRC), en partenariat avec Spar Aérospatiale (achetée par la suite par MacDonald, Dettwiler and Associates), a conçu et fabriqué l'emblématique Canadarm, bras télémanipulateur qui, par la suite, a équipé toutes les navettes spatiales américaines et a ouvert la voie aux contributions robotiques du Canada à la Station spatiale internationale : le Canadarm2 en 2001 et le télémanipulateur d'entretien Dextre en 2008.

Pour ce qui est des sciences et de la recherche, le Canada a lancé les petits satellites SCISAT et MOST en 2003, le premier pour surveiller l'amincissement de la couche d'ozone et le second, pour réaliser des observations astronomiques. Des entreprises canadiennes, en particulier COM DEV, ont également fourni l'instrumentation scientifique pour des satellites américains, japonais, suédois et européens.



Le gouvernement du Canada et la National Aeronautics and Space Administration (NASA) ont remporté ensemble un prix Emmy en 1987 pour leur rôle dans le développement de la technologie satellitaire en bande Ku, dans le cadre du programme Hermes. Flora MacDonald, la ministre des Communications de l'époque, a accepté le prix en affirmant que le satellite Hermes était l'un des jalons les plus importants de l'histoire spatiale du Canada.

Source : Centre de recherches sur les communications Canada.

Contribution du Canada à la Station spatiale internationale

Tout comme les États-Unis, la Russie, l'Europe et le Japon, le Canada est un partenaire de la Station spatiale internationale (SSI), laboratoire de recherche orbital exceptionnel. L'investissement du Canada dans la SSI permet aux chercheurs canadiens d'avoir accès à la Station pour effectuer des recherches au profit des Canadiens.

Depuis le lancement de son premier module en 1998, la SSI fait le tour de la Terre 16 fois par jour à environ 370 km d'altitude et à une vitesse de 28 000 km/h. Elle parcourt quotidiennement une distance correspondant à un aller-retour entre la Terre et la Lune. La SSI a la taille d'un terrain de football et une surface habitable équivalente à celle d'une maison de cinq chambres.

Le Système d'entretien mobile (SEM) – un système robotique de pointe qui a permis d'effectuer l'assemblage de la SSI dans l'espace, un module à la fois – constitue un élément essentiel de la contribution du Canada à la SSI. Élaboré pour l'Agence spatiale canadienne par MacDonald, Dettwiler and Associates à Brampton, en Ontario, le SEM comprend les éléments suivants :

- le Canadarm2, bras robotique de 17 mètres de longueur, qui a joué un rôle crucial dans l'assemblage et l'entretien de la SSI;
- Dextre, le robot bricoleur à deux bras de la Station, que les astronautes et cosmonautes peuvent utiliser pour manipuler des objets délicats et enlever ou remplacer des pièces de la SSI;
- la Base mobile, plateforme mobile et poste d'entreposage.

Chapitre 2.2

Le Canada dans l'espace

La conquête de l'espace a débuté il y a 55 ans, quand Spoutnik a fait son premier tour de la Terre. Le Canada a fait son entrée dans l'ère spatiale il y a 50 ans. Avec le lancement du satellite Alouette-1 le 29 septembre 1962, le Canada est devenu la troisième nation à avoir mis en orbite un satellite fabriqué au pays. Alors que les États-Unis et l'Union soviétique se sont livrés à une course à l'espace alimentée par une rivalité géopolitique, le Canada a fait preuve de perspicacité, motivé par l'idée que les satellites pourraient jouer un rôle crucial en développant un pays vaste, peu densément peuplé, et en reliant ses habitants.

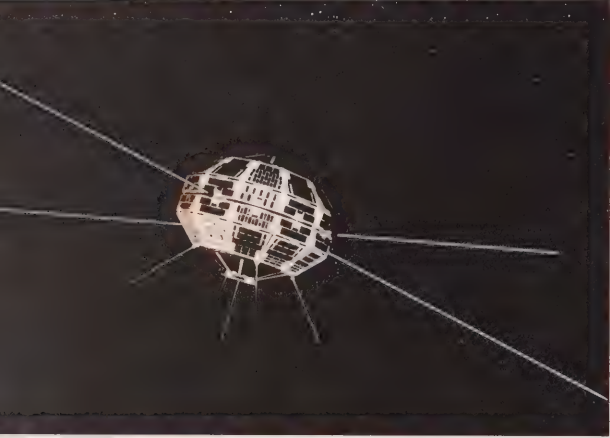
Cette idée est plus pertinente que jamais.

Quand Alouette-1 a été placé en orbite, le premier ministre John Diefenbaker a loué les réalisations scientifiques des ingénieurs et des travailleurs qui avaient conçu et construit le satellite; il a souligné les fins pacifiques et pratiques auxquelles servirait Alouette, ainsi que la collaboration transfrontalière avec les États-Unis – lesquels ont offert des services de lancement pour le satellite canadien – qui a contribué à la réussite du projet. Ces éléments – progrès scientifiques, applications pratiques et collaboration internationale – sont demeurés le fondement du Programme spatial canadien.

Alouette-1 a été conçu pour recueillir de l'information et effectuer des recherches en vue d'améliorer les télécommunications entre le nord et le sud du Canada. Alouette-II lui a succédé en 1965, suivi par ISIS I en 1969 et ISIS II en 1971. Ces satellites ont ouvert la voie au lancement d'Anik A1 en 1972, le Canada devenant alors le premier pays à disposer d'un système national de

télécommunications par satellite, et d'Hermès en 1976. Hermès était à l'époque le satellite de télécommunications le plus puissant, et le premier à diffuser des signaux de télévision directement aux maisons équipées de petites antennes, à permettre la prestation de services médicaux d'urgence dans les régions éloignées grâce à la télémédecine et à faciliter la téléconférence. L'incidence d'Hermès sur les télécommunications dans le Nord canadien a été particulièrement importante, puisque ce satellite a donné à ses résidents le même accès au téléphone et à la télévision que ceux dont jouissaient les citoyens dans le reste du pays.

Outre les télécommunications, c'est sur l'observation de la Terre que le Canada a rapidement concentré ses efforts dans le domaine spatial. Il a tout d'abord fourni une station terrestre de réception et de traitement pour les premières versions des satellites américains Landsat, ce qui a fait de l'industrie canadienne un chef de file dans le traitement des données recueillies par satellite et le développement d'applications. Plus tard, le Canada a mis au point une technologie d'observation de la Terre par radar adaptée à ses propres besoins, soit l'observation et la surveillance de vastes territoires et voies navigables chargées de glace pendant les longs hivers sombres et nuageux du Nord, ce qui a débouché sur le lancement de RADARSAT-1 en 1995 et de RADARSAT-2 en 2007. Ces satellites-radars sont parmi les plus sophistiqués au monde et fournissent des images détaillées de la surface terrestre de jour comme de nuit, peu importe les conditions météorologiques.



Alouette-1

Lancé le 29 septembre 1962, le satellite scientifique Alouette-1 a marqué l'entrée du Canada dans l'ère spatiale.
Source : Agence spatiale canadienne.

Utilisation des technologies spatiales sur Terre

L'investissement du Canada dans les technologies spatiales, comme le Canadarm, a engendré des progrès technologiques dans d'autres secteurs, notamment la santé et l'exploitation minière.

Le neuroArm, dont la technologie dérive directement des technologies du Canadarm, a révolutionné la neurochirurgie et d'autres branches de la médecine opératoire en les affranchissant de l'intervention humaine et des contraintes de la salle d'opération. Le neuroArm a été élaboré dans le cadre d'un partenariat entre l'Université de Calgary, le Conseil national de recherches du Canada et MacDonald, Dettwiler and Associates (MDA). Une cinquantaine de neurochirurgies ont été effectuées avec succès grâce à cette technologie depuis 2008, et l'on travaille à l'élaboration d'une version commerciale destinée aux marchés étrangers. Des technologies similaires sont en cours de développement pour la détection et le traitement du cancer du sein ainsi que les soins pédiatriques.

En utilisant les technologies spatiales, les travailleurs de l'industrie minière peuvent maintenant télécommander de l'équipement lourd en surface et utiliser la robotique pour préparer les mines en vue du forage ou de l'abattage à l'explosif dans les zones dangereuses où les roches sont instables. Penguin Automated Systems de Sudbury, par exemple, a élaboré des véhicules robotiques pour procéder au levé de la mine Montcalm de Xstrata Nickel, qui a été fermée en mars 2009 après un énorme effondrement du sol. Équipés de bras robotiques dérivés des technologies du

Canadarm, ces véhicules ont permis à Xstrata d'inspecter la mine et de déterminer si les opérations pouvaient reprendre en toute sécurité. En outre, des robots miniers développés par Penguin ont facilité les travaux d'excavation après l'effondrement du centre commercial d'Elliott Lake, en Ontario, en juin 2012.

Sources : MDA; Penguin Automated Systems; Sudbury Mining Solutions Journal, « Penguin ASI robots assess Montcalm instability », le 1^{er} décembre 2010; Northern Ontario Business, « Sudbury-born mine tech assists in Elliott Lake mall excavation », le 17 juillet 2012.



L'importance de l'espace ne fera qu'augmenter à mesure que les progrès technologiques et accroîtront le nombre d'applications spatiales et réduiront les coûts. Les activités spatiales sont devenues essentielles pour développer des économies fortes, tisser la trame de la société et protéger la sécurité et la souveraineté nationales. C'est pour cette raison que de nombreux pays cherchent à se tailler une place dans l'espace. Le Canada a été un pionnier dans ce domaine; il s'est rapidement rendu compte du potentiel et de la valeur de l'espace pour son intérêt national.

« À l'heure actuelle, on ne se rend plus compte de l'importance des applications et services spatiaux. Mais presque tous les aspects de la vie moderne au Canada dépendent de l'espace – depuis l'impression de notre journal du matin jusqu'aux transactions à la station-service, depuis les émissions de télévision et les appareils mobiles de poche jusqu'aux réseaux d'électricité. L'espace est un véritable moteur de l'économie nationale, à un point tel que nous oublions souvent sa contribution fondamentale à notre infrastructure nationale. On estime que les applications spatiales touchent la vie de chaque Canadien de 20 à 30 fois par jour, tous les jours. »

Rapport final du Groupe de travail sur l'espace, septembre 2012.

Applications satellitaires

Le Centre canadien de téledétection (CCT), de concert avec des organismes de réglementation provinciaux et fédéraux et l'Agence spatiale canadienne, élabore une nouvelle technologie qui utilise l'imagerie de RADARSAT-2 pour surveiller la déformation géomorphologique causée par l'exploitation souterraine des sables bitumineux du Canada, activité qui risque de mettre en danger les travailleurs et d'endommager les installations en service. Cette technologie permettra aux sociétés d'exploitation des sables bitumineux de relever les endroits qui posent problème et de prendre des mesures visant à prévenir les accidents.

Le CCT élabore également un système automatisé pour surveiller les répercussions environnementales de la mise en place de l'infrastructure liée aux sables bitumineux grâce à l'acquisition d'images haute résolution et multiscapteurs prises par satellite. Cette technologie permettra de mieux évaluer les répercussions sur l'environnement et, dès lors, de garantir que les règlements visant à limiter les effets néfastes sont bien conçus.

Plus au nord, le Service canadien des glaces d'Environnement Canada analyse plus de 7 000 images RADARSAT-1 par an pour s'assurer que la navigation dans les eaux couvertes de glace est sûre, efficace et durable. L'utilisation de l'imagerie satellitaire a permis de réaliser des économies annuelles d'environ 7,7 millions de dollars au cours des cinq premières années, grâce à la suppression des vastes opérations de reconnaissance par aéronef. Les conditions météorologiques n'influent pas sur la surveillance effectuée grâce à RADARSAT-1, qui fournit des observations sur une plus grande région géographique que celle que pourrait couvrir un aéronef. RADARSAT-2, satellite plus récent, permet de discerner encore mieux les caractéristiques de la glace.

La deuxième catégorie concerne l'utilisation de satellites et de stations terrestres afin de fournir des services pour lesquels il existe un marché commercial, comme les télécommunications, l'information et les loisirs, et de recueillir des données brutes qui sont ensuite traitées dans des applications populaires comme Google Earth et le système mondial de localisation (GPS). En ce qui concerne cette activité commerciale, le rôle des gouvernements se limite principalement à la surveillance réglementaire et à l'obtention de positions orbitales pour les satellites d'entreprises privées.

La troisième catégorie d'activité spatiale concerne l'exploration et les sciences spatiales, qui visent principalement à satisfaire notre soit et besoin de connaissances fondamentales. Les exploits héroïques d'astronautes, les missions vers la Lune et d'autres planètes, les laboratoires spatiaux et les télescopes pour l'observation de l'espace lointain nous permettent de mieux comprendre l'univers et la place que nous y occupons. Ils constituent une source de fierté nationale et de prestige, en plus de générer des retombées technologiques et économiques. Ces activités sont presque toujours financées par le gouvernement et, compte tenu de leur envergure et de leur complexité, elles sont généralement menées à bien dans le cadre d'une collaboration internationale.

Les activités de l'être humain dans l'espace entrent dans trois catégories.

La première, c'est la prestation de services publics à l'aide de satellites et des stations terrestres connexes, qui sont généralement achetés par les gouvernements, mais peuvent être en grande partie conçus, fabriqués et exploités par des entreprises privées. Les pays modernes ne peuvent plus se passer des satellites. Même s'ils peuvent coûter des dizaines ou des centaines de millions de dollars chacun, les satellites constituent le moyen le moins cher – et parfois l'unique moyen – de fournir une large gamme sans cesse croissante de services. Leurs nombreuses applications nous permettent notamment :

- d'observer la météo et d'établir des prévisions météorologiques;
- de trouver des ressources naturelles et de surveiller leur mode d'extraction et d'exploitation;
- de surveiller les répercussions des changements climatiques;
- d'accroître les rendements agricoles;
- d'intervenir rapidement en cas de catastrophes naturelles et d'autres urgences;
- de communiquer avec les collectivités isolées et de leur fournir des services en matière de santé et d'éducation;
- de repérer les tentatives hostiles visant à traverser nos frontières ou à aborder nos côtes;
- d'exploiter des drones et d'appuyer des déploiements militaires dans le monde entier.

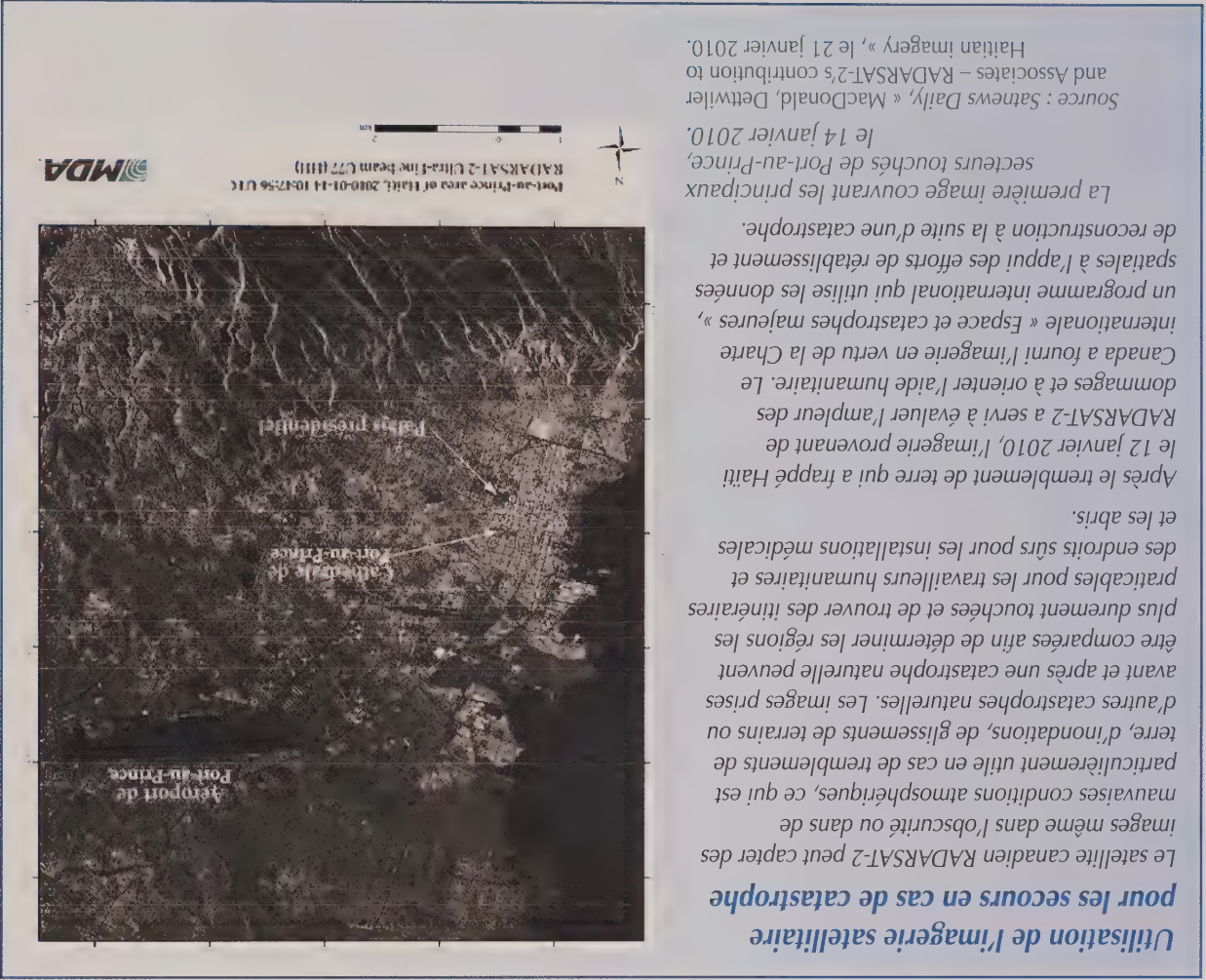
Utilisation de l'imagerie satellitaire pour les secours en cas de catastrophe

Le satellite canadien RADARSAT-2 peut capter des images même dans l'obscurité ou dans de mauvaises conditions atmosphériques, ce qui est particulièrement utile en cas de tremblements de terre, d'inondations, de glissements de terrains ou d'autres catastrophes naturelles. Les images prises avant et après une catastrophe naturelle peuvent être comparées afin de déterminer les régions les plus durement touchées et de trouver des itinéraires praticables pour les travailleurs humanitaires et des endroits sûrs pour les installations médicales et les abris.

Après le tremblement de terre qui a frappé Haïti le 12 janvier 2010, l'imagerie provenant de RADARSAT-2 a servi à évaluer l'ampleur des dommages et à orienter l'aide humanitaire. Le Canada a fourni l'imagerie en vertu de la Charte internationale « Espace et catastrophes majeures », un programme international qui utilise les données spatiales à l'appui des efforts de rétablissement et de reconstruction à la suite d'une catastrophe.

La première image couvrant les principaux secteurs touchés de Port-au-Prince, le 14 janvier 2010.

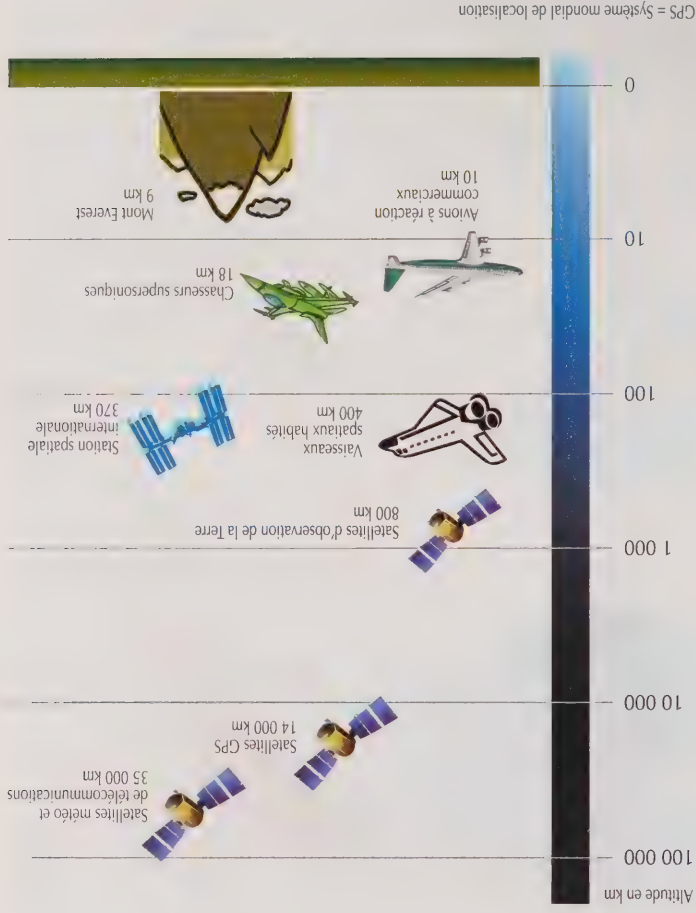
Source : *Satnews Daily*, « MacDonald, Dettwiler and Associates – RADARSAT-2's contribution to Haitian imagery », le 21 janvier 2010.



Chapitre 2.1

Pourquoi l'espace?

Figure 1 : Altitude habituelle des actifs spatiaux et des aéronefs



Dans l'imaginaire populaire, l'« espace » est généralement associé aux réalisations historiques audacieuses et aux percées technologiques, depuis le succès soviétique de Spoutnik en 1957 jusqu'au premier pas de Neil Armstrong sur la Lune, depuis la construction de la Station spatiale internationale jusqu'à l'analyse de la surface de Mars par le rover Curiosity, et depuis le Canadarm à l'œuvre jusqu'aux photos saisissantes de galaxies éloignées saisies par le télescope Hubble. L'espace est effectivement un théâtre d'exploration et de découverte, mais sur le plan strictement pratique, il s'agit simplement d'un endroit comme l'air, la terre et la mer où nous installons de l'équipement pour fournir des services qui ne pourraient pas être offerts efficacement par d'autres moyens. On considère généralement que l'espace commence à une centaine de kilomètres au-dessus de la surface de la planète. En comparaison, un aéronef commercial vole rarement à plus de 12 kilomètres d'altitude.

Même si le rôle du gouvernement doit être clairement délimité, le Canada reconnaît depuis longtemps que les investissements publics liés à l'espace sont essentiels s'il veut répondre aux impératifs fondamentaux de son identité nationale, notamment la surveillance des frontières et des côtes du pays, l'amélioration de sa réputation internationale, l'établissement de liens avec une petite population dispersée sur une énorme masse terrestre et la prestation de services à cette population, la stimulation de la croissance économique, la protection de l'environnement, la promotion du développement de nouvelles technologies et le recul des limites du savoir.

Ces impératifs deviendront plus pertinents que jamais au cours des décennies à venir – et mettront sévèrement à l'épreuve la « neutralité financière ». Même si le succès au cours des prochaines années ne requiert pas un grand apport de ressources publiques additionnelles, l'exploitation du plein potentiel du Canada nécessitera bientôt des investissements de taille dans l'infrastructure spatiale.

Pour l'instant, un objectif clairement défini et des plans d'action concrets, appuyés par un cadre de gouvernance et de gestion solide, des achats publics intelligents et une attention accordée au renforcement de la capacité technologique et commerciale, peuvent grandement contribuer à maintenir le Canada au rang de puissance spatiale mondiale.

Troisièmement, l'équipe de l'Examen a commandé à des spécialistes indépendants 16 études portant sur des sujets variés (voir l'appendice A), notamment l'incidence des tendances mondiales sur les industries spatiale et aérospatiale canadiennes, les régimes de contrôle des exportations au Canada et à l'étranger, une comparaison de la structure et des budgets des programmes spatiaux au Canada et dans d'autres pays de compétence spatiale, et le rôle éventuel des actifs spatiaux dans la promotion de la Stratégie pour le Nord du Canada.

Enfin, l'équipe de l'Examen a invité les parties intéressées à présenter un mémoire (voir l'appendice B) sur son site Web. Elle a reçu environ 25 documents d'un large éventail d'organisations, d'entreprises, de chercheurs académiques et de citoyens.

La plupart des documents et des analyses découlant de ces quatre sources d'information et d'avis peuvent être consultées sur le site Web de l'Examen ([examen-aerospatiale.ca](http://www.examen-aerospatiale.ca)). Espérons qu'ils demeureront pendant un certain temps une importante source d'information et d'idées pour ceux qui s'intéressent à la configuration et à l'avenir des secteurs de l'aérospatiale et de l'espace.

En utilisant les quatre sources, l'équipe de l'Examen s'est penchée sur la conjoncture actuelle et sur les tendances à long terme, et a analysé le rôle et le point de vue de tous les acteurs.

Son analyse a été guidée en partie par le principe selon lequel, dans une économie de marché, le sort de l'industrie est entre ses propres mains et qu'il faut soigneusement délimiter le rôle du gouvernement. Dans le secteur spatial, la validité de ce principe a été mise à l'épreuve, car depuis toujours, le gouvernement est le principal bailleur de fonds et consommateur d'applications et d'actifs spatiaux. D'ores et déjà, les restrictions budgétaires, les progrès technologiques et l'ingéniosité du secteur privé déboucheront inévitablement sur une gamme diversifiée et plus équilibrée d'activités et d'intervenants dans le domaine spatial.

Le rôle du gouvernement à l'appui de l'industrie canadienne se concentre dans quelques domaines clés :

- Appuyer la recherche-développement (R-D) qui est susceptible de ne pas donner de résultats commercialisables avant plusieurs années, mais qui pourrait servir grandement l'intérêt public, en partie grâce au partage du risque.
- Améliorer le fonctionnement des marchés et le rendement des entreprises en facilitant la communication entre les entreprises dont les besoins et les capacités peuvent être complémentaires – au Canada et à l'étranger – ainsi qu'entre l'industrie et les établissements d'enseignement supérieur et de recherche.
- Prendre des décisions en matière d'approvisionnement qui renforcent les industries nationales et, par le fait même, l'économie du pays tout en respectant les règles commerciales internationales et en faisant l'acquisition du meilleur produit à un coût raisonnable.
- Protéger la population – et l'industrie – en veillant à ce que les produits canadiens soient sûrs et à ce que les technologies stratégiques ne tombent pas entre les mains d'États ou d'intérêts hostiles.
- Améliorer l'efficacité du marché du travail en appuyant des établissements d'enseignement supérieur dynamiques qui comprennent les besoins de l'industrie et en facilitant le recrutement de personnes compétentes de l'étranger dans les domaines où le pays est aux prises avec une grave pénurie de compétences.
- Permettre aux entreprises canadiennes de rivaliser à armes égales avec leurs concurrents sur la scène mondiale en négociant des règles du jeu équitables, en veillant à ce que ces règles soient respectées dans la pratique et en communiquant aux entreprises de l'information sur les marchés étrangers.
- Fournir du financement à l'appui de l'achat de produits canadiens, pourvu que les modalités de financement soient avantageuses pour les contribuables et pour l'économie, et qu'elles soient régies par des accords internationaux.

Dans ce contexte, le gouvernement a annoncé qu'il entreprendrait « un examen exhaustif de l'ensemble des politiques et des programmes fédéraux axés sur le secteur de l'aérospatiale pour élaborer un cadre stratégique fédéral visant à maximiser la compétitivité de ce secteur exportateur et les retombées qui en découlent pour les Canadiens¹ ».

L'examen de l'aérospatiale a été annoncé officiellement le 27 février 2012. David Emerson, chef de l'Examen, a été épaulé par un conseil consultatif composé de Sandra Pupatello, de Jim Quick et de Jacques Roy.

Il a été déterminé d'emblée que l'Examen serait indépendant, fondé sur des données probantes et axé sur les tendances à long terme de l'industrie à l'échelle mondiale, qu'il serait ouvert aux approches et aux solutions novatrices mais pratiques, et qu'il viserait à fournir des recommandations concrètes et neutres sur le plan financier. Ce volume présente les constatations et les avis issus de l'Examen en ce qui concerne le secteur spatial. Le secteur de l'aérospatiale fait l'objet d'un volume complémentaire.

Pour les besoins de la recherche et de l'analyse, l'Examen repose sur quatre sources d'information et d'avis.

Premièrement, en étroite concertation avec l'Association des industries aérospace du Canada, l'équipe de l'Examen a mis sur pied des groupes de travail dirigés par des représentants de l'industrie dans les domaines suivants :

- développement, démonstration et commercialisation de la technologie;
- accès aux marchés et développement des marchés;
- approvisionnement public lié à l'industrie aérospace;
- petites entreprises et développement de la chaîne d'approvisionnement;
- gens et compétences;
- espace.

Les groupes de travail étaient composés de représentants de l'industrie, d'établissements d'enseignement supérieur et de recherche et de syndicats, ainsi que de fonctionnaires fédéraux agissant comme observateurs. Chaque groupe de travail a reçu un mandat précis accompagné d'une série de questions, et a tenu des discussions qui ont abouti à la préparation de rapports contenant des constatations et des avis à l'intention du chef de l'Examen. Les présidents et vice-présidents des groupes de travail n'étaient pas tenus d'obtenir un consensus, mais ont été encouragés à parvenir à l'accord le plus large possible entre les participants, et à veiller à ce que leurs conseils reposent sur des éléments probants et une analyse rigoureuse.

Deuxièmement, le chef de l'Examen et les membres du conseil consultatif ont tenu une série de tables rondes, de réunions et de visites au Canada et dans les principaux pays où l'industrie aérospace est présente. Les réunions tenues au pays visaient principalement à comprendre la situation de l'industrie canadienne et à cerner quels étaient, selon elle, les politiques et les programmes efficaces et ceux qui ne répondaient pas aux attentes. Les réunions à l'étranger avaient pour but d'en apprendre davantage sur les pratiques exemplaires d'autres pays dotés de secteurs de l'aérospatiale et de l'espace dynamiques, et d'évaluer les possibilités et les défis nouveaux sur le plan concurrentiel afin de renforcer la collaboration et d'accroître la réussite commerciale.

Voyageant principalement en groupe, le chef de l'Examen et les membres du conseil consultatif se sont rendus à Montréal, à Toronto, à Winnipeg, à Vancouver et à Halifax. Voyageant principalement seuls, ils se sont rendus aux États-Unis, au Royaume-Uni, en France, en Allemagne, en Chine, au Japon, en Russie et au Brésil.

- 1 Gouvernement du Canada, *Budget de 2011 : La prochaine phase du Plan d'action économique du Canada*, Ottawa, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, 2011. www.budget.gc.ca/2011/home-accueil-fra.html
- 2 Ce groupe de travail a présenté deux rapports distincts, soit un sur les petites entreprises et un sur le développement de la chaîne d'approvisionnement.

Mandat et processus de l'Examen

Les actifs spatiaux constituent une infrastructure stratégique essentielle au fonctionnement des économies et sociétés modernes. Ils sont à l'origine d'une révolution mondiale des communications, de nouveaux moyens de surveiller la surface et l'atmosphère terrestres, de la maîtrise et du contrôle des systèmes de transport et du matériel militaire, et d'une meilleure compréhension de notre place dans l'univers.

Les progrès dans l'espace sont caractérisés par l'omniprésence du gouvernement, en partie parce que l'espace est quasi indissociable de la sécurité nationale et de l'influence géopolitique. Cette omniprésence reflète également le fait que la partie se joue à long terme, qu'elle présente des risques importants et qu'elle requiert des « capitaux patients ». Cette réalité change, à mesure que les technologies évoluent et que de plus en plus de sociétés privées tirent parti de possibilités liées à l'espace. Mais le changement graduel de l'équilibre public-privé dans l'espace ne heurte en rien une vérité indéniable : l'espace jouera un rôle de premier plan dans la défense de nos intérêts nationaux au cours des 50 prochaines années et au-delà. Si le Canada veut demeurer l'un des chefs de file mondiaux dans l'espace, le maintien du statu quo ne suffira pas. À l'heure actuelle, alors que des dizaines de pays se bousculent pour s'associer avec des puissances spatiales bien établies afin d'envoyer et d'exploiter des actifs loin de la surface de la Terre, le Canada doit prendre du recul pour définir clairement ce qu'il veut et doit faire dans l'espace au cours des prochaines décennies.

Structure de l'industrie spatiale

L'industrie spatiale comprend trois grands segments :

- le segment spatial englobe la conception et la fabrication de matériel (p. ex. satellites et engins spatiaux) ainsi que son déploiement dans l'espace;
- le segment terrestre comprend la conception, la construction et l'exploitation d'équipement et d'installations au sol utilisés pour faire fonctionner le matériel dans l'espace et recevoir ses transmissions de données;
- le segment des applications et des services en aval utilise les données générées par l'équipement dans l'espace pour fournir plusieurs services, comme les données du système mondial de localisation et les images de cartographie.

L'intérêt mondial grandissant pour l'espace découle d'un calcul simple mais convaincant : la conception, la fabrication et le contrôle des satellites et la participation à l'exploration spatiale et aux missions scientifiques enrichissent les nations, les rendent plus sûres, plus intelligentes et mieux respectées. Ces activités stimulent l'imagination, suscitent la fierté, sauvent des vies et améliorent la qualité de vie de bien des façons, parfois invisibles. La richesse naturelle du Canada que lui confèrent sa géographie, ses ressources et sa situation nordique lui donne de solides raisons de bien faire les choses quand il s'agit de l'espace. Notre prospérité économique, notre sécurité nationale et la gestion de notre environnement dépendent essentiellement de la façon dont nos priorités en matière d'espace sont définies et respectées alors que nous cherchons à obtenir des résultats concrets.

nouvelles réalités mondiales ni à la capacité commerciale des entreprises spatiales. Dans un secteur où les projets sont onéreux, complexes, de longue durée et tributaires de l'innovation, il est essentiel d'avoir des objectifs concrets, un financement prévisible et une mise en œuvre méthodique.

Nombre des recommandations formulées dans le volume complémentaire sur l'aérospatiale s'appliquent également au secteur spatial, depuis l'inclusion de l'aérospatiale et de l'espace comme priorités dans la Stratégie des sciences et de la technologie du gouvernement, jusqu'à l'examen des régimes de contrôle des exportations et de contrôle intérieur pour veiller à ce qu'ils ne soient pas trop restrictifs, en passant par les mesures visant à encourager les jeunes à étudier et à faire carrière dans les secteurs liés à l'aérospatiale et à l'espace.

Le présent volume porte sur les améliorations aux politiques et aux programmes propres au secteur spatial. Il recommande que :

1. le gouvernement reconnaisse explicitement l'importance des technologies et de la capacité spatiales pour la sécurité nationale, la prospérité économique et la croissance durable, et que le ministre de l'Industrie présente chaque printemps des priorités gouvernementales annuelles, quinquennales et décennales pour le Programme spatial canadien au Comité du Cabinet chargé des priorités et de la planification, dirigé par le premier ministre, aux fins de discussion et d'approbation;

2. le gouvernement établisse un conseil consultatif canadien dans le domaine spatial qui relèvera du ministre de l'Industrie et dont les membres seront issus de l'industrie, des milieux académique et de la recherche, des provinces et territoires ainsi que des ministères et organismes fédéraux;

3. soit créé un conseil de gestion du programme spatial au niveau des sous-ministres afin de coordonner les activités spatiales fédérales, que soient mises en place des ententes propres aux projets pour assurer une gestion rigoureuse, et que tous les ministères et organismes participant au Programme spatial canadien soient obligés de rendre compte de la façon dont ils mettent en œuvre les priorités établies par le Cabinet;

4. le financement de base de l'Agence spatiale canadienne soit stabilisé, en dollars réels, pour une période de 10 ans, qu'on ait recours à plusieurs sources au sein et à l'extérieur du gouvernement fédéral pour financer les grands projets et initiatives dans le domaine de l'espace, et qu'on continue d'accroître la collaboration internationale en vue de partager les coûts et les retombées de ces grands projets et initiatives;

5. soit établie le plus tôt possible pendant la phase de définition des projets spatiaux une version définitive de la portée, des délais et des exigences en matière de rendement;

6. les processus d'approvisionnement en actifs et services spatiaux soient de nature concurrentielle et que les propositions soient évaluées en fonction de leur prix, de leur respect des exigences définies et de leur valeur industrielle et technologique pour le secteur spatial canadien;

7. le financement total alloué aux activités de développement technologique de l'Agence spatiale canadienne soit augmenté de 10 millions de dollars par an au cours des trois prochaines années, puis qu'il soit maintenu à ce niveau;

8. lorsque les coûts sont modifiés et qu'il n'existe aucun risque pour la sécurité publique, le gouvernement crée des conditions propices à l'expansion de l'activité commerciale dans le domaine spatial.

Même s'il y a plus d'un demi-siècle que l'espace s'avère important pour le Canada, ce secteur est loin de revêtir autant d'importance maintenant qu'il en aura au cours des 50 prochaines années. Autrement dit, il constituera un facteur crucial de l'identité nationale d'un pays qui aspire à assurer la prospérité et la sécurité à long terme de sa population, à protéger son environnement naturel et à s'acquitter de ses responsabilités internationales.

La question n'est pas de savoir si le Canada devrait exercer des activités dans l'espace, mais de déterminer comment les politiques et programmes publics peuvent donner l'assurance que sa présence dans l'espace et que les activités connexes au sol servent au mieux l'intérêt public et aident le secteur spatial à prospérer. Pour atteindre ces objectifs, le Canada doit se doter d'un programme spatial articulé autour de priorités mûrement réfléchies et explicites mises en œuvre au moyen d'une gouvernance rigoureuse, de solides plans de gestion, de pratiques d'approvisionnement modernes et d'une attention accrue au développement technologique et commercial. Des investissements supplémentaires dans l'infrastructure et les services spatiaux pourraient être requis à terme, mais toutes les recommandations énoncées plus haut peuvent être appliquées de manière neutre sur le plan financier. Il n'y a aucune raison pour attendre ou hésiter.

Sommaire

Le Canada exerce des activités dans l'espace depuis 50 ans, 5 ans après que l'humanité y a fait son entrée. Nous sommes le troisième pays à avoir eu en orbite un satellite construit sur son propre territoire, le premier à avoir eu son propre satellite de télécommunications national, le premier à avoir développé un satellite de diffusion directe et – comme le savent tous les Canadiens ayant vu la feuille d'érable sur le « biceps » du bras télémanipulateur, le « Canadarm » – nous sommes un pionnier en robotique spatiale.

L'espace devient plus essentiel que jamais pour les économies modernes et la sécurité nationale. La révolution numérique qui transforme les sociétés contemporaines – créant de nouveaux moyens de production des connaissances, offrant un accès mobile à des banques d'information et à des produits de divertissement ne connaissant plus les frontières, et établissant de nouvelles relations entre les pouvoirs publics et les populations – est en partie possible grâce aux applications et aux actifs spatiaux. Les satellites jouent un rôle de plus en plus important dans des domaines aussi variés que l'agriculture de précision, l'extraction des ressources, la météorologie et la climatologie, la surveillance environnementale, les services d'éducation et de santé, les interventions d'urgence, la surveillance des frontières, l'exploitation de drones militaires et civils et le déploiement rapide des forces armées. Ce ne sont plus seulement les gros satellites onéreux qui offrent ces possibilités : les petits satellites moins coûteux sont de plus en plus perfectionnés et offrent un plus large éventail d'options aux clients des secteurs public et privé qui achètent et utilisent des actifs spatiaux.

Pour toutes ces raisons, des dizaines de pays sont déterminés à s'associer avec des puissances spatiales bien établies pour mettre en orbite et exploiter des actifs spatiaux, alors qu'un nombre croissant d'investisseurs s'intéressent aux projets spatiaux commerciaux, depuis le lancement de satellites et les services de ravitaillement en orbite, jusqu'au tourisme spatial et à l'exploration minière dans l'espace. Étant donné son vaste territoire, sa population dispersée, ses collectivités isolées, ses longs littoraux, ses abondantes ressources naturelles et son emplacement nordique, le Canada a particulièrement besoin d'applications et d'actifs spatiaux. Ainsi, la bonne combinaison de satellites et d'infrastructure terrestre connexe sera indispensable si le pays veut accélérer la création de richesses, protéger l'environnement et affirmer sa souveraineté alors que le Nord commence à s'ouvrir.

Par le passé, l'activité spatiale était dans une large mesure dirigée par l'État. Motivés en partie par le prestige, en partie par la curiosité et en partie par la volonté d'appuyer la prestation de services publics, les gouvernements ont assumé la plupart des coûts et des risques associés à l'exploration et à l'activité spatiales. Dans les pays dotés d'une économie de marché, les gouvernements ont établi des partenariats avec des entreprises qui ont obtenu des contrats pour concevoir et fabriquer des actifs spatiaux en vue d'une utilisation publique ou privée. Le Canada a ainsi mis sur pied une industrie spatiale de 3,4 milliards de dollars, qui emploie 8 000 travailleurs dans toutes les régions du pays et tire 80 % de ses revenus des télécommunications par satellite. De plus, elle réalise 50 % de ses ventes à l'étranger, ce qui en fait l'une des industries spatiales les plus axées sur les exportations au monde. En raison de ses forces dans des créneaux comme les télécommunications par satellite, l'observation de la Terre et la robotique spatiale, et grâce à de solides réseaux mondiaux et à une réputation enviable, l'industrie canadienne est bien placée pour tirer parti des nouvelles possibilités, réussir commercialement et servir l'intérêt public.

Cependant, le maintien du statu quo ne sera pas suffisant. Pour servir l'intérêt national grâce à l'activité spatiale et favoriser la compétitivité de l'industrie spatiale canadienne, il faudra de la détermination, des priorités claires établies au plus haut niveau ainsi que des plans et des programmes efficaces qui concrétiseront ces priorités. Si les efforts du Canada dans l'espace ont été entravés au cours des 10 dernières années, c'est en partie parce que les objectifs n'étaient pas suffisamment clairs, que les liens hiérarchiques entre les organismes publics étaient flous et que les processus employés pour l'approvisionnement en actifs et services spatiaux n'étaient pas adaptés aux

Note sur les sources de données

Les données dans le présent volume proviennent de multiples sources, notamment l'Agence spatiale canadienne, Statistique Canada, l'Association des industries aérospatiales du Canada et l'Organisation de coopération et de développement économiques, ainsi que des rapports de diverses entreprises spatiales et de sociétés d'experts-conseils comme Euroconsult.

Sauf indication contraire, les données présentées dans ce volume se rapportent exclusivement au secteur de l'espace tel qu'il est défini à la page 3, tandis que les données dans le volume complémentaire se rapportent exclusivement au secteur de l'aérospatiale.



Table des matières

Note sur les sources de données	viii
Sommaire	1
Partie 1 – Mandat et processus de l'Examen	3
Partie 2 – Contexte	7
Chapitre 2.1 – Pourquoi l'espace?	7
Chapitre 2.2 – Le Canada dans l'espace	11
Chapitre 2.3 – Tendances mondiales	17
Chapitre 2.4 – Possibilités et défis	23
Partie 3 – Analyse et recommandations	29
Chapitre 3.1 – Établir des priorités et des plans clairs	31
Chapitre 3.2 – Effectuer des acquisitions	39
Chapitre 3.3 – Stimuler la capacité technologique et commerciale	43
Chapitre 3.4 – Prochaines étapes pour l'Agence spatiale canadienne	47
Partie 4 – Conclusion	49
Appendice A – Liste des rapports de recherche	50
Appendice B – Liste des mémoires	51
Liste des figures	
Figure 1 : Altitude habituelle des actifs spatiaux et des aéronefs	7
Figure 2 : Revenus du secteur spatial canadien par sous-secteur, 2010	15
Figure 3 : Revenus du secteur spatial canadien, de 2001 à 2010	15
Figure 4 : Part du PIB mondial, de 2000 à 2020	17
Figure 5 : Consommation mondiale d'énergie, de 1990 à 2035	18
Figure 6 : Revenus de l'industrie des satellites à l'échelle mondiale, de 2001 à 2011	19
Figure 7 : Nombre de pays ayant des satellites (lancés de façon indépendante ou par l'intermédiaire de tiers), de 1957 à 2009	20
Figure 8 : Statut des objets artificiels en orbite, 2012	24
Figure 9 : Satellites civils à lancer par sous-secteur, de 2011 à 2020	26
Figure 10 : Budget spatial de certains pays membres et non membres de l'OCDE en pourcentage du PIB, 2009	32
Figure 11 : Budget de base de l'Agence spatiale canadienne, de 2001-2002 à 2012-2013	37

Remerciements

Un processus d'élaboration de politiques comme l'Examen de l'aérospatiale requiert la participation d'un grand nombre de spécialistes et d'intervenants. Nous avons privilégié un niveau élevé de transparence, d'indépendance et de dialogue avec les parties intéressées tout en respectant le mandat clairement défini et les délais de l'Examen. De ce fait, de nombreuses personnes ont été appelées à exprimer leur point de vue et à apporter leur soutien au pied levé.

Je suis très reconnaissant envers tous ceux qui ont répondu à cet appel d'une manière aussi exemplaire. Je tiens tout d'abord à remercier les membres de mon conseil consultatif : Sandra Pupatello, Jim Quick et Jacques Roy. Grâce à leur professionnalisme, à leur attitude positive et à leurs conseils judicieux, nos réunions, nos consultations et nos délibérations ont été à la fois productives et agréables. Le contenu de ce rapport reflète en grande partie leurs idées et leurs avis.

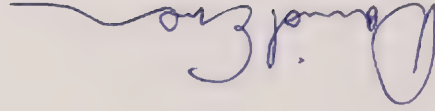
J'aimerais également remercier les nombreux représentants des industries aérospatiale et spatiale, des milieux académique et de la recherche, des syndicats et des gouvernements provinciaux qui ont présidé les groupes de travail ou y ont participé, ont pris part à des tables rondes, ont accueilli mes collègues et moi-même dans le cadre de visites sur le terrain, nous ont rencontrés dans le cadre de réunions bilatérales et ont présenté des mémoires. Je sais que pour chacun d'entre vous, ces activités s'ajoutaient à vos tâches quotidiennes, et je vous suis reconnaissant d'avoir accepté de mettre votre temps et vos compétences au service de l'Examen.

Il convient de mentionner tout spécialement l'Association des industries aérospatiales du Canada. Son conseil d'administration et son personnel ont joué un rôle de premier plan en renseignant les entreprises des industries aérospatiale et spatiale sur l'Examen et en participant à l'organisation des groupes de travail multipartites dirigés par les représentants de l'industrie, dont les discussions et les recommandations ont été si importantes pour l'Examen. Je suis très reconnaissant envers les gens d'affaires, les chercheurs et les responsables gouvernementaux d'autres pays qui ont accepté de nous rencontrer, mes collègues et moi-même, lors de nos visites de collecte d'information à l'étranger, et de parler sans détour de leurs plans d'action et des défis auxquels ils font face.

Par ailleurs, l'Examen a grandement bénéficié de l'information et des idées communiquées par les fonctionnaires canadiens de nombreux ministères et organismes dans le cadre de séances d'information, de groupes de travail et de visites sur le terrain.

Enfin, je remercie le Secrétaire de l'Examen de l'aérospatiale, sous la gouverne de Scott Streiner. Le Secrétaire a fourni un soutien exceptionnel et des conseils judicieux pendant la période intense de 11 mois qui s'est écoulée entre les préparatifs initiaux en vue de l'Examen et la publication de ce rapport. La production d'un document de politique publique couvrant une si vaste gamme de questions et de points de vue tout en respectant les délais et le budget constitue un véritable exploit.

J'ai cité nombre de personnes dont les contributions ont rendu l'Examen possible, mais j'aimerais souligner, en terminant, que j'assume la pleine responsabilité des constatations et des recommandations formulées dans les deux volumes du rapport.



David Emerson

Chef de l'Examen de l'aérospatiale

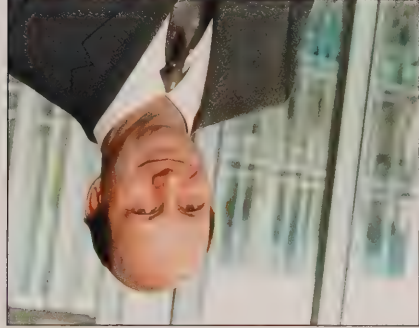


David Emerson

Membres du conseil consultatif



Sandra Pupatello



Jacques Roy



Jim Quick

L'honorable Christian Paradis
Ministre de l'Industrie

Monsieur le Ministre,

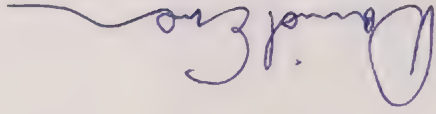
J'ai l'honneur de vous présenter *Vers de nouveaux sommets : les intérêts et l'avenir du Canada dans l'espace*, deuxième volume du rapport que j'ai produit conformément au mandat qui m'avait été confié en tant que chef de l'Examen des programmes et des politiques de l'aérospatiale et de l'espace. Le premier volume, intitulé *Au-delà de l'horizon : les intérêts et l'avenir du Canada dans l'aérospatiale*, porte sur le secteur de l'aérospatiale.

L'objectif global de ce volume est de décrire les fondements d'un programme spatial canadien qui aidera à exploiter les richesses du pays, améliorera les services publics, appuiera la pérennité de l'environnement et assurera la sécurité publique. Le Canada a été l'un des premiers pays dans l'espace, au cours des décennies à venir, notre prospérité et notre sécurité reposeront plus que jamais sur la conception, la fabrication et l'exploitation d'un éventail optimal d'actifs et services spatiaux.

Je me suis attaché à produire un rapport novateur et pratique fondé sur des données probantes et axé sur les tendances à long terme de l'industrie à l'échelle mondiale. Le rapport résume les constatations issues de l'Examen, et énonce les grandes orientations stratégiques. Nombre des renseignements détaillés qui sous-tendent son analyse et ses recommandations sont tirés des rapports des groupes de travail, des rapports de recherche et des mémoires affichés sur le site Web de l'Examen (examen.aerospatiale.ca).

Cela fut pour moi un honneur de diriger l'Examen de l'aérospatiale. J'espère que les conseils formulés dans ces volumes s'avèreront utiles au gouvernement, et je vous remercie de m'avoir donné la possibilité de mener cet Examen.

Je vous prie, Monsieur le Ministre, de bien vouloir accepter mes salutations distinguées.



David Emerson

Novembre 2012

Vers de nouveaux sommets :
**les intérêts et
l'avenir du Canada
dans L'ESPACE**

Volume 2

Examen de l'aérospatiale
Mandaté par le gouvernement du Canada

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires de cette publication, s'adresser aux :

Éditions et Services de dépôt

Travaux publics et Services gouvernementaux Canada

Ottawa (Ontario) K1A 0S5

Téléphone (sans frais) : 1-800-635-7943 (au Canada et aux États-Unis)

Téléphone (appels locaux) : 613-941-5995

Téléscripteur : 1-800-465-7735

Téléscripteur (sans frais) : 1-800-565-7757 (au Canada et aux États-Unis)

Télécopieur (envois locaux) : 613-954-5779

Courriel : publications@tpsgc-pwsc.gc.ca

Site Web : www.publications.gc.ca

On peut obtenir cette publication sur supports accessibles (braille et gros caractères), sur demande. Communiquer avec les :

Services multimédias

Direction générale des communications et du marketing

Industrie Canada

Courriel : production.multimedia@ic.gc.ca

Cette publication est également offerte par voie électronique sur le Web (www.examen.aerospatiale.ca).

Autorisation de reproduction

À moins d'indication contraire, l'information contenue dans cette publication peut être reproduite, en tout ou en partie et par quelque moyen que ce soit, sans frais et sans autre permission d'Industrie Canada, pourvu qu'une diligence raisonnable soit exercée afin d'assurer l'exactitude de l'information reproduite, qu'Industrie Canada soit mentionné comme organisme source et que la reproduction ne soit présentée ni comme une version officielle ni comme une copie ayant été faite en collaboration avec Industrie Canada ou avec son consentement.

Pour obtenir l'autorisation de reproduire l'information contenue dans cette publication à des fins commerciales, faire parvenir un courriel à droitdauteur.copyright@tpsgc-pwsc.gc.ca.

N.B. Dans cette publication, la forme masculine désigne tant les femmes que les hommes.

N° de catalogue Iu44-90/2012
ISBN 978-1-100-54434-2



Imprimé sur du papier recyclé :
Couverture : 10 %
Pages intérieures : 10 %

Vers de nouveaux sommets :
**les intérêts et
l'avenir du Canada
dans L'ESPACE**

Novembre 2012

